This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

(Galvanoplastik und Galvanostegie)

und deren Ausführung.

UC-NRLF
$B 276 312

Hubert Steinach und Georg Buchner.

Electro-Metallurgy

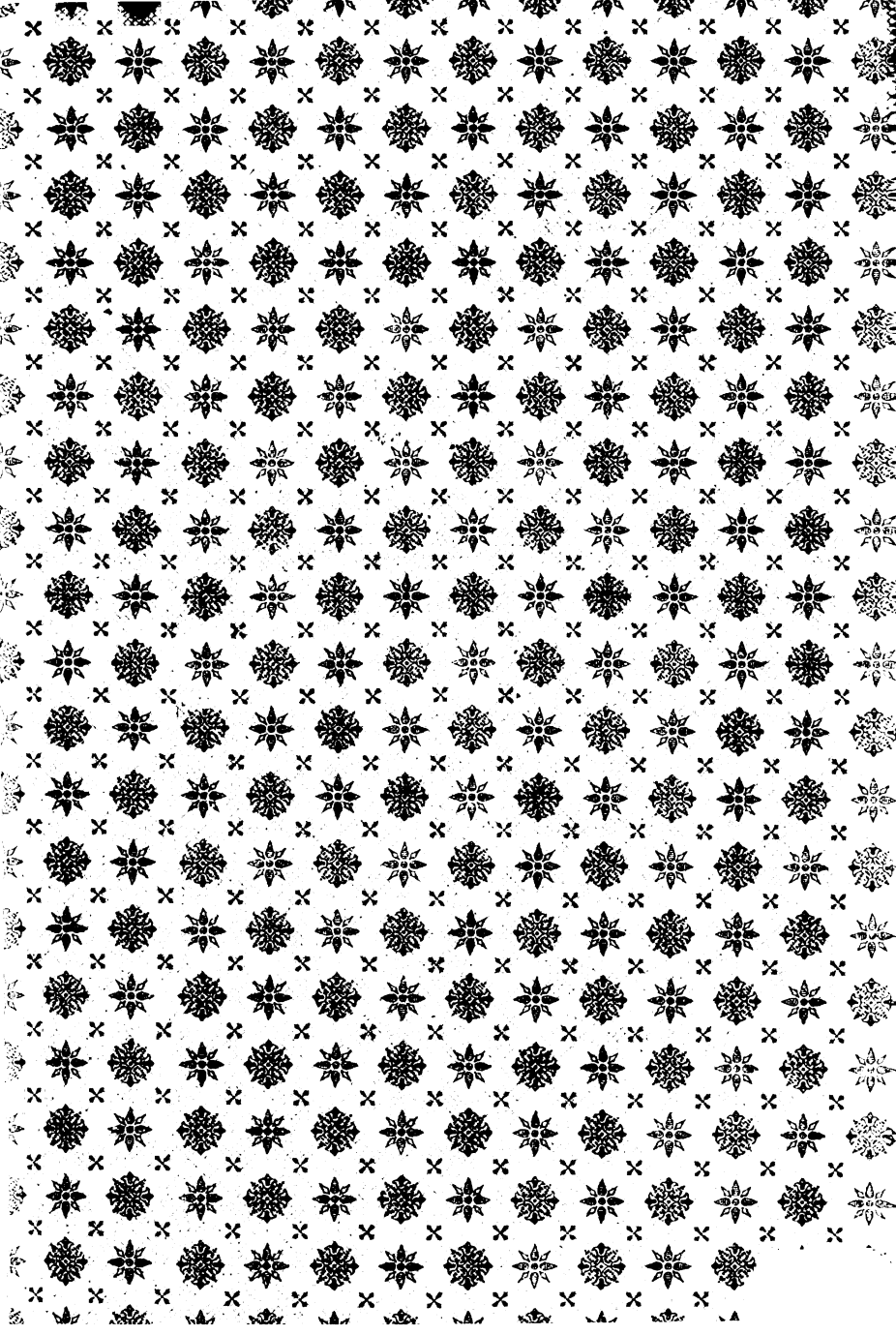
LIBRARY

OF THE

UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Received JAN 7 1892, *18*

Accessions No. 46592 *Shelf No.*



014

Die

galvanischen Metallniederschläge

(Galvanoplastik und Galvanostegie)

und deren Ausführung.

Von

Hubert Steinach u. Georg Buchner.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Berlin.

S. Fischer, Verlag.

1890.

TS 670
S8

46592

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Einleitung 1
Maassbezeichnungen 4
I. Theil. Elektrische Verhältnisse.
A. Elektrotechnische Verhältnisse 5
1. Vorbegriffe 5
2. Allgemeine Verhältnisse der Anlagen.
a. Leitungswiderstand 12
b. Bäder 13
3. Messungen an den Bädern 16
a. specifischer Widerstand 17
b. Zersetzungswiderstand mit Polarisation 19
c. Niederschlagsmenge 20
4. Allgemeine Berechnung von Anlagen.
a. einfaches Bad 20
b. Bädergruppen 22
c. Widerstände 27
B. Die Stromquellen.
1. Elemente 30
a. Danielelement 32
b. Bunsenelement 32
c. Leistung der Elemente 34
d. Ausführung der Elemente 40
2. Dynamomaschinen 44
3. Akkumulatoren 49
4. Thermosäulen 50

Seite

C. Die elektrischen Grössen der Bäder 51
Tabelle der Niederschlagsstärke etc. 51
Tabelle der Spannungsverhältnisse etc. 52
Eisen 54
Gold 54
Kupfer 54
Messing 56
Nickel 56
Silber 57

II. Theil. Chemische Verhältnisse.

A. Kurze chemische Bemerkungen 58
B. Die Bäder 62
1. Alkalische Bäder.
a. Das Silberbad 66
Darstellung des Silberbades 70
Alte Bäder 74
Veränderungen 75
Störungen 79
Wiederherstellung 80
Analyse und Kontrolle 86
1. Silberbestimmung 87
2. Gebundenes Cyankalium 89
3. Freies Cyankalium 89
4. Gesammtcyankalium 90
5. Kohlensaures Kali 90
Silberwiedergewinnung 93
b. Das Goldbad 95
Darstellung 95
Veränderungen 100
Analyse 101
1. Goldbestimmung 101
2. Gebundenes Cyankalium 102
3. Freies Cyankalium 102
4. Kohlensaures Kali 102
Verwerthung alter Goldbäder 102
c. Kupferbad, alkalisches 104
Herstellung 105

Seite

Veränderungen und Wiederherstellung 108
Analyse 109
1. Kupferbestimmung 109
2. Gebundenes Cyankalium 110
3. Freies Cyankalium 110
4. Kohlensaures Kali 110
d. Messingbad 110
Darstellung 111
Veränderungen 115
Analyse 116
e. Antimonbad 116
f. Platinbad 117
g. Bleibad 118
h. Zinkbad 118
i. Bronzebad 118
2 Saure und neutrale Bäder 119
a. Kupferbad, saures. 119
Darstellung 121
Zersetzung des Bades durch den Strom 123
Alte Bäder 127
Analyse 129
1. Schwefelsäurebestimmung 129
2. Kupferbestimmung 129
b. Nickelbad 134
Darstellung 135
Zersetzung 139
Veränderungen 139
Wiederherstellung 143
Analyse 145
c. Zinnbad 145
d. Eisenbad. 146
e. Kobaltbad 147
f. Wismuthbad 147

III. Theil. Allgemeine Einrichtung.

A. Bäderraum.

1. Leitungen und Bäder.

a. Leitungen.

Zuleitung 148

Seite

Schaltapparate 149
Badeeinrichtung 151
Widerstände und Messapparate. 153
b. Deckeinrichtung 157
c. Bewegung des Bades 159
d. Badkasten 161
2. Sonstige Einrichtung im Bäderraum.
a. Nebengefässe 163
b. Arbeitstisch. 163
c. Kratzbank 165
d. Sägespähnkasten 166
B. Reinigungsraum 167
1. Kochherd 167
2. Putztisch 167
3. Abbrenneinrichtung 167
C. Chemische Küche. 169
D. Fertigstellraum 170

IV. Theil. Praktischer Theil.

A. Galvanoplastik.
1. Einleitung 171
2. Ueberzugsgalvanoplastik 172
a. Verkupfern von Wachs 172
b. „ von Terrakotten, Gyps, Holz (Imprägnation) 173
c. „ von organischen Gegenständen 173
d. „ von Eisen 175
3. Eigentliche Galvanoplastik 176
a. verlorne Form 176
b. Metallformen 179
c. Abformen durch Abgiessen 180
„ mit Leim 180
„ mit Oelguttapercha 182
„ in Wachs und Gyps 184
„ in Metall 184
d. Abformen durch Abpressen 185
„ mit Wachs 186
„ mit Guttapercha 188
4. Leitendmachen der Oberflächen 191

Seite

a. Graphit 191
b. Chemisch erzeugte Metallhäutchen. 193
5. Kontaktgeben und Einhängen 196
6. Fertigstellen 201
a. Ueberzugsgalvanoplastik 201
b. Galvanoplastik. 202
c. Clichés 204
B. Galvanostegie 000
1. Vorbereitung metallischer Gegenstände 205
a. Grobe Reinigung 206
b. Auskochen 206
c. Abbürsten mit Bims. 208
d. Abbrennen 211
Kupfer, Messing, Neusilber 211
Eisen, Blei, Zinn. 213
Zink 213
Glanzbrenne 214
Mattbrenne 215
e. Entfetten mit Kalk etc. 215
f. Saure Wässer 216
g. Verquicken. 216
h. Zusammenstellung 218
i. Entfernung vorhandener Metallüberzüge 219
2. Gewichtskontrolle des Niederschlages 220
3. Einhängen und Niederschlagen. 223
a. Niederschlagen. 223
b. Einhängevorrichtungen 227
c Entnahme aus dem Bad 231
4. Fertigstellen.
a. Poliren von Vernickelung, Vermessingung 232
b. „ von Versilberung, Vergoldung 232
c Färben durch verschiedene Niederschläge 233
d. Chemische Färbung der Niederschläge 234
Silber 235
Gold 236
Kupfer.
1. Bronceartige Färbung 237
2. Braune Farbe. 237

Seite

3. Schwarze Farben 239
4. Patina 239
Kupferzinklegirungen 240
1. Schwarzfärben 241
2. Gelbbraun 241
3. Patina 241
4. Verschiedenes 241
Kupferzinnlegirungen 242
Zinn 243
Zink 243
e. Schutz gegen Anlaufen 245
f Verpacken 245
C. Kostenberechnung 245
D. Vorsichtsmaassregeln beim Arbeiten 252

Druckfehler: Seite 13 Zeile 21 von oben lies 0,8 statt 0,18.
Seite 52 Tabelle: Kupfer lies bei V statt 0,005: 0,05.

Einleitung.

Vorliegendes Werk ist für die Praxis geschrieben für denjenigen, der seinen Lebensunterhalt mit unserer Technik ganz oder zum Theil verdienen will. Wir glaubten daher von allem unnöthigen Ballast absehen zu müssen. Wen die Geschichte der Entwicklung der Elektrometallurgie interessiert, den verweisen wir auf grössere Werke, ebenso denjenigen, der aus irgend welchen Gründen in der Praxis nicht gebräuchliche Metallniederschläge sucht. Dagegen ist der Schwerpunkt auf die Erhaltung der Bäder, auf die Controle der Arbeit gelegt, zwei Punkte, die uns bislang etwas vernachlässigt erschienen. Ebenso glaubten wir Gewicht auf die elektrischen Verhältnisse legen zu müssen. Wir wollen aber hier hervorheben, dass auch die beste Beschreibung nicht zu sofortigem tadellosem Arbeiten zu führen vermag, stets ist eine Reihe von Probearbeiten nothwendig um der Sache sicher zu sein. Es ist daher unbedingt anzurathen, einer wirklichen Anwendung soviele Probeausführungen vorhergehen zu lassen, bis man des Erfolges sicher ist. Dieses gilt namentlich vom Abformen, vom Oxydiren und Patiniren der Gegenstände. Dabei sind die einzelnen Verhältnisse, die Abänderungen daran, unter denen die verschiedenen Resultate erlangt wurden, dem Gedächtnisse wohl einzu-

prägen — um nicht stets von neuem probiren zu müssen und einen gleichbleibenden Erfolg erzielen zu können. Ruhe, Geduld, Aufmerksamkeit und Genauigkeit in allem, auch im Kleinsten sind für den Galvanoplastiker erforderliche Charaktereigenschaften.

Die nothwendigen Betriebsmaschinen (Krafterzeuger und Elektrizitätserzeuger) haben wir kurz behandelt, da es sich für den Praktiker nur darum handelt, von guten Firmen gute Maschinen zu kaufen, Konstruktionsdetails haben für denselben wenig direktes Interesse. Handelt es sich um grössere Anlagen, so gehören die maschinellen Anlagen ohnehin in das Gebiet des Maschinisten — soll der Galvanoplastiker diesen Dienst mit versehen, so muss er bei demselben in die Schule gehen. Erkundigungen bei einem betreffenden Kollegen sind hier mehr werth als lange Beschreibungen. Auch über Bezugsquellen machen wir keine Angaben. Wir haben in Deutschland so viele gute Firmen, die hier in Betracht kommen würden, dass eine Aufzählung unthunlich erscheint.

Der Annoncentheil z. B. des vorliegenden Buches giebt einen Anhaltspunkt für die Einholung von Offerten. Immer aber soll man sich mit einem tüchtigen chemischen Geschäfte resp. Chemiker, nicht blossem Kaufmanne am Platze in Verbindung setzen, bei dem man den fehlenden Aufschluss erhalten kann. Ehe man selbst einer Probirerei fraglichen Erfolges verfällt, soll man nicht vergessen, dass der Fachmann leichter und sicherer Abhülfe und Aufklärung geben wird. Auch soll man nicht Alles und Jedes selbst machen wollen, gerade in unserem Fache finden so vielerlei Handwerke ihre Anwendung, dass eine Beherrschung aller zur Un-

möglichkeit wird, während der Gesammterfolg der Arbeit von der Vollkommenheit aller angewandten Handgriffe abhängig ist. Wer also nicht selbst Metalldreher und Drücker ist, oder keine Fertigkeit im montiren und löthen hat, der verderbe nicht seine Arbeit mit eigener Hand und sei des Sprichwortes eingedenk:

„Schuster bleib' bei deinem Leisten."

Eine angenehme Pflicht ist es für uns, an dieser Stelle hervorzuheben, dass wir Herrn Ingenieur Uppenborn, Direktor der elektrotechnischen Versuchsstation des polytechnischen Vereins in München und Redakteur des Zentralblattes für Elektrotechnik vielen Aufschluss verdanken, auch die nothwendigen Untersuchungen der Bäder in elektrischer Beziehung wurden in der Station ausgeführt. Gleich werthvolle Unterstützung danken wir Herrn Rudholzner, Galvanoplastiker der Firma Greif und Cie., früher Galvanoplastiker der an obige Firma übergegangenen Anstalt für Elektro-Metallurgie des Herrn Steinach.

So möge denn diese Arbeit dazu beitragen, die schöne, vielfach unterschätzte Technik der galvanischen Metallniederschläge zu heben und zu fördern.

München, September 1889.

Hubert Steinach. Georg Buchner.

Maassbezeichnungen.

m = meter, dm = decimeter, cm = centimeter, mm = millimeter.

qm, qdm, qcm, qmm = quadratmeter etc.

cbm, cdm, ccm, cmm = cubikmeter etc.

l = liter. gr = gramm. Kilo = kilogramm.

° = Grad. C = Celsius.

A = Ampère; V, v = Volt; O, o = Ohm.

e = Zersetzungswiderstand inbegriffen die Polarisation bei der Badzersetzung.

E = Elektromotorische Gegenkraft durch die Art des der zu galvanisirenden Metallwaaren etc.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

I. Theil.

A. Elektrotechnische Verhältnisse.

1. Vorbegriffe.

Wir schicken voraus, dass der Name „Galvanismus" „galvanisch" nach dem berühmten Physiker Galvani wenig mehr üblich ist, aber die Worte: Galvaniseur, Galvanoplastik, trotzdem Stichworte für unser Gebiet geblieben sind, deshalb glaubten wir, den Buchtitel darnach wählen zu sollen. Im Texte selbst wird nur von „Elektricität," — „elektrisch" die Rede sein.

Wir sagen nun ein elektrischer Strom durchfliesst einen Leiter, wenn wir z. B. Zersetzungen wässriger Lösungen in eingeschalteten Apparaten erreichen, wenn die Zeiger passend angebrachter Messapparate abgelenkt werden etc. Dazu ist immer eine geschossene Leitung (Ring) nothwendig (für andauernde Ströme), die aus flüssigen und festen Leitern für die Elektrizität bestehen kann, denn es giebt auch nichtleitende Körper — ohne deren Zuhülfenahme ja die Herstellung einer geschlossenen Leitung gar nicht möglich wäre. Immer befindet sich an einer Stelle der Leitung der Stromerzeuger und für unsere Zwecke an einer anderen der Zersetzungsapparat mit der betreffenden zu zersetzenden Metalllösung, in welcher die zu galvanisirenden Gegenstände mit dem betreffenden Metalle überzogen werden.

Die Stromerzeugung kann auf chemischen Vorgängen beruhen, bei denen Elektrizität erzeugt oder frei wird: Element (Batterie), Akkumulatoren; die Elektrizität kann als Nebenprodukt gewonnen werden, bei der Erwärmung der Verbindungsstellen von Streifen verschiedener, entsprechend gewählter Metalle: Thermosäulen; der Stromerzeuger kann endlich durch Induktion (Fernwirkung) eines Magneten oder Elektromagneten erhalten werden: dynamoelektrische Maschine.

Der Zersetzungsapparat, der uns für die Verwendung der erzeugten Elektrizität allein interessirt, besteht aus einem Troge, der mit der betreffenden Flüssigkeit gefüllt ist (Bad), und die einen flüssigen Leiter bildet. Die Leitung selbst besteht aus Drähten, (Kupferdrähten) welche in dem Zwecke entsprechenden Platten, resp. der Waare, in dem Zersetzungsapparate endigen. Die aufzulösende Metallplatte heisst Anode, die Waare auf welche das Metall niedergeschlagen wird, Kathode, siehe Fig. 1. Man sagt nun: „Der Strom durchfliesst die Leitung und das Bad," mit Recht, denn die Verhältnisse haben Aehnlichkeit mit der Bewegung des Wassers in geschlossenen Röhren. Eine bildliche Durchführung der elektrischen Verhältnisse an einer entsprechend gewählten Wasserleitung ist nun im Stande, uns für unseren Zweck eine entsprechende Anschaung zu verschaffen, wir wollen daher eine solche hier vorausschicken.

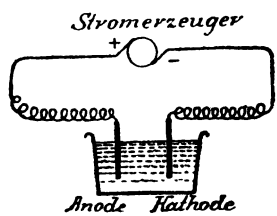


Fig. 1.

Die Stromquelle wird ein Reservoir oder besser

eine Wasserpumpe vorzustellen haben, die Leitung eine Röhrenleitung, den Zersetzungsapparat die Verwendung des Wassers an einem entfernten Ort, vielleicht zum Betriebe eines Wassermotors, Turbine oder Wassersäulenmaschine. Also ein Fall, wo wir entfernt von der Verwendungsstelle eine Kraft zur Verfügung haben und eine Druckwasserleitung zur Kraftübertragung anwenden. Erstere treibt unsere Pumpe und diese liefert Druckwasser in die Leitung. Mittels dieser Druckwasserleitung sind wir im Stande an beliebig entfernt gelegenem Punkte einen Wassermotor zum weiteren Betriebe unserer Werkzeugmaschinen etc. zu bedienen.

Wir sprechen dann vom Drucke, unter welchem das Wasser (bewegt oder nicht) steht und von der Wassermenge, welche in der Zeiteinheit durch den Leitungsquerschnitt fliesst oder von der Geschwindigkeit des Wassers.

Beides müssen wir messen, um über die Verhältnisse klaren Aufschluss zu haben. Den Druck messen wir mittels eines Manometers, wie die Dampfspannung eines Dampfkessels. Die gelieferte Wassermenge oder Geschwindigkeit bestimmen wir durch Wassermesser oder den Voltmannschen Flügel ähnlich den Gasmessungen durch die Gasuhr.

Das Gleiche finden wir beim Messen des elektrischen Stromes wieder, für den Druck hier die Spannung: den Spannungsmesser auch Voltameter genannt, weil wir die Spannungseinheit Volt heissen und für die Stromstärke der Strommesser oder das Ampèremeter, weil die Stromeinheit Ampère genannt wird.

Dieser Vergleich ist aber insoferne noch hinkend, als man das verbrauchte Druckwasser laufen lässt, also

gegenüber der Elektrizität es nicht mit einer geschlossenen Hin- und Rückleitung zu thun hat. Wir müssen desshalb annehmen, dass auch hier das verbrauchte Wasser aus irgend welchen Gründen wieder zu der Pumpe zurückgeleitet wird. Wir haben dann eine geschlossene Leitung und eine Stromquelle — die Pumpe — welche in Bezug auf die Leitung zwei Pole besitzt; den positiven (+) welcher der Leitung zum Verwendungsort entspricht und einem negativen (—) der das verbrauchte Wasser wieder sammelt. (Fig. 2.) Ebenso ist es beim elektrischen Strom; wir haben am Stromerzeuger zwei Pole und eine Stromrichtung, nur dass man nicht in gleichem Sinne von einer unbedingten Stromrichtung sprechen kann, denn das Wort ist bildlich gebraucht. Man spricht aber in der Praxis doch von einer Stromrichtung und zwar deshalb mit Begründung, weil es nicht gleichgültig ist, welche Seite z. B. eines eingeschalteten Zersetzung- oder Messungsapparates mit dem + oder — Pol verbunden ist. Man verbindet den positiven Pol mit der Anode, den negativen mit der Kathode oder Waare. Bei unserem Bilde entspricht, wie erwähnt, die Druckleitung, in welche das Wasser durch die Pumpe gedrückt wird, der + Leitung, die Leitung, welche das zum Betriebe des Motors angewendete Wasser wieder zur Pumpe zurückgeleitet wird, der — Leitung.

Fig. 2.

Bei unserem geschlossenen Wasserleitungssystem ist nun offenbar nicht der Druck der Druckleitung oder Zuleitung zur Verwendungsstelle allein massgebend, sondern

es muss davon derjenige Druck abgezogen werden, der noch in der Rückleitung vor der Pumpe herrscht, die Differenz beider giebt dann die Leistung der Pumpe an.

Ebenso haben wir die elektrische Spannungsdifferenz an den Polen des Stromerzeugers zu messen und unsere Voltmeter thun dies direkt ohne dass zwei Messungen und eine Subtraktion nothwendig wären.

Die in irgend einem Theil der Leitung, einzelnem Bad, oder Leitungsstück verbrauchte Spannung (Spannungsverlust) messen wir demnach dadurch, dass wir die Zuleitungsdrähte zum Voltmeter mit den Anfangs- und Endpunkten des zu untersuchenden Stückes verbinden. Das Voltmeter liegt also im Nebenschluss, d. h. bildet eine zweite Verbindung der Endpunkte, allerdings von so hohem Widerstand, dass nur ein unerheblicher Stromtheil diese Messleitung durchfliesst. Dagegen wird das Ampèremeter in der Leitung an beliebiger Stelle angebracht, bildet also einen Theil der letzteren.

So wie das Wasser in den Röhren die Reibung an den Wandungen zu überwinden hat und dadurch Druckverluste entstehen, so bieten auch die metallischen Leitungen dem elektrischen Strom einen, durch einen Theil der Spannung zu überwindenden Widerstand: Spannungsverluste. Je stärker diese Leitungen, d. h. je dicker die Dräthe genommen werden, desto geringer wird der Widerstand. Die Gesammtarbeit, die in der Anlage geleistet wird, ist natürlich gleich der Arbeit des Stromerzeugers oder der Pumpe. Erstere setzt sich zusammen aus den Arbeitsleistungen, die zur Durchführung der bestimmten Quantität durch die Leitung nothwendig wurde, und aus der nutzbaren Hauptleistung durch den oder die betriebenen Wassermotoren.

Die zum Vergleiche benutzte Pumpe oder der Stromerzeuger wird aber auf eine bestimmte Arbeitsleistung gebaut sein; wenn wir nun bei den elektrischen Verhältnissen allein bleiben, auf z. B. 3 Volt und 30 Ampère. Ob diese Arbeit aber auch in dem äusseren Stromkreise, wie wir die zu betreibende Anlage, abgezogen den Elektricitätserzeuger, kurz bezeichnen, zur Wirkung kommt, hängt von der Beschaffenheit dieser ab.

Die Stromstärke (ohne Berücksichtigung von Polarisation etc., von der später die Rede ist) gemessen in Ampères, ist nun immer proportional der Spannung in Volt. d. h. sie vergrössert und verkleinert sich mit dieser, gerade so, wie eine Wasserleitung von bestimmten Querschnitte, um so mehr Wasser liefern wird, unter je grösserem Drucke das Wasser steht, je rascher seine Bewegung dadurch wird. Die Stromstärke wird aber auch um so kleiner werden, je grösser die Widerstände im Stromkreise sind und umgekehrt: sie wird also dieser umgekehrt proportional sein. Ebenso giebt eine Wasserleitung um so weniger Wasser, je kleiner der Querschnitt, je rauher die Wände etc. sind.

Da wir die Widerstände mit der Einheit „Ohm" messen, so haben wir folgendes Gesetz:

Stromstärke (A[1]) proportional Spannung (V) und Stromstärke (A) proportional $\frac{1}{\text{Ohm}}$ oder zusammengefasst:

$$\text{Stromstärke A} = \frac{\text{Spannung (V)}}{\text{Widerstand (O)}}$$

[1]) Wir bezeichnen von hier an: Ampère mit A. Volt mit V. Ohm mit O. Wir glaubten ausserdem für den zu berücksichtigenden Leserkreis, die Gleichung gleich in dieser Form schreiben zu müssen.

oder als Beispiel:

$$30\ A = \frac{3\ V}{0{,}1\ O}$$

Diese Gleichung ist nun bindend, d. h. die Veränderung eines Theiles hat die Änderung des andern zur Folge.

Würden wir den Widerstand auf das doppelte erhöhen, so muss, um dieselben A zu erhalten, auch V verdoppelt werden. Kann diess der Stromerzeuger nicht leisten, so erhalten wir, bei gleichem V nur $\frac{A}{2}$

Wir haben die absichtlich etwas ausholende Einleitung damit zu schliessen, das wir die gewonnene Gleichung zergliedern. Wir fanden, dass der äussere Stromkreis sich aus mehreren Theilen zusammensetzt, aus Leitungen und Zersetzungsapparaten, den Bädern. Von jedem dieser Theile ist uns der Widerstand bekannt, und muss durch denselben die gewünschte Anzahl A fliessen. So haben wir vielleicht für Hinleitung, Rückleitung und Bad selbst folgende Grössen: 0,1; 0,2; 0,1. Geliefert sollen werden 20 A. Dann erhalten wir:

$$20 = \frac{V_1}{0{,}1};\quad 20 = \frac{V_2}{0{,}2};\quad 20 = \frac{V_3}{0{,}1}$$

$$V_1 = 2 \qquad V_2 = 4 \qquad V_3 = 2$$

Für das ganze System ist dann $V_1 + V_2 + V_3$ nothwendig $= 8$

Wollen wir nur diese Grösse bestimmen; so hätten wir schreiben können:

$$20 = \frac{V}{0{,}1 + 0{,}2 + 0{,}1}$$

allgemein haben wir:

$$A = \frac{V}{O + O_1 + O_2 \text{ etc.}}$$

oder auch:

$$A = \frac{V_1 + V_2 + V_3 \text{ etc.}}{O_1 + O_2 + O_3 \text{ etc.}}$$

d. h. die gelieferte Strommenge ist gleich Summe der Spannungen oder Spannungsverluste dividirt durch Summe der einzelnen Widerstände. Die Summe der Spannungsverluste ist gleich der Spannung des Stromerzeugers.

2. Allgemeine Verhältnisse der Anlagen.

a. Leitungswiderstand. Unter allen Umständen bilden die Leitungen einen zu überwindenden — schädlichen Widerstand; um denselben in praktischen Grenzen zu erhalten, nimmt man für jedes durchzuleitende A. $^1/_2$ qmm Kupferdraht-Querschnitt, wir nehmen demnach für rund

	1,5	6	14	25	37	56	A einen
Draht von:	1	2	3	4	5	6	mm Dicke.
Der Draht hat:	0,0212	0,0053	0,0023	0,0013	0,0008	0,0006	O für den

laufenden Meter, was einem Spannungs-Verlust von rund: 0,032 V für einen Meter für die angegebenen A entspricht.

Alles unter der Annahme, dass 1 m Kupferdraht von 1 qmm Querschnitt bei 15° C einen Widerstand von 0,0166 O. hat, (siehe Uppenborn's Kalender).

Die Benützung dieser Tabelle erspart uns die Berechnung der Leitungen und giebt uns auch direct an, um wie viel wir des Widerstandes der Leitungen wegen, die Spannung des Stromerzeugers erhöhen müssen. Es ist dabei zu bemerken, dass bei den verhältnissmässig niederen zur Anwendung kommenden Spannungen die Leitungen stark zu wählen sind, um keinen zu grossen

Prozentsatz der Spannung hierfür verwenden zu müssen. Haben wir z. B. 30 A. fortzuleiten, so wählen wir einen Drath von rund 4,5 mm Durchmesser. Derselbe hat pro laufenden Meter rund 0,001 Widerstand. Ist die Leitung (Hin- und Rückleitung) 25 m lang, so haben wir, immer in runden Zahlen

$$30 = \frac{V}{0{,}001 \,.\, 25} \quad \text{daraus: } V = 0{,}8 \text{ rund,}$$

welche Zahl wir auch aus dem für den laufenden Meter angegebenen Spannungsverlust erhalten hätten, nämlich:

$$25 \times 0{,}032 = 0{,}8.$$

b. Bäder. Wir wollen uns nun gleich unserem Zwecke zuwenden, der Zersetzung von Metallbädern zur Erzielung des betreffenden Metallniederschlages. Man hat dabei folgendes, schon erwähntes Schema: Wir führen von dem + Pol des Stromerzeugers die Leitung in das Metallbad und lassen dieselbe in einer, aus dem betreffenden Metalle bestehenden Platte endigen, die wir Anode heissen, und die sich im Verhältniss zum erzielten Niederschlage auflöst. Ihr gegenüber hängen wir die Kathode, das ist der Gegenstand, den wir mit dem betreffenden Metalle überziehen wollen und verbinden die Kathode mit dem negativen Pole des Stromerzeugers. Der Strom macht also folgenden Weg: Stromerzeuger, + Pol, Zuleitung, Anode, Metallbad, Kathode, Rückleitung. — Pol des Stromerzeugers.

Es wird anzugeben sein, erstens, welchen Widerstand das Metallbad dem durchgehenden Strome entgegensetzt und zweitens, bei welchen Stromstärken man die besten, praktischen Resultate, d. i. die schönsten Niederschläge erzielt. Diese Stromstärke ist natürlich auf eine Einheit, qdm zu beziehen, also z. B. 0,5

A. auf den qdm. Man bezeichnet diese Stromstärke passend mit dem Namen Stromdichte. Es genügt also nicht zu sagen: ich arbeite in einem Bad mit so und so viel A., sondern mit so und so viel A. bei einer Stromdichte von z. B. 0,5 A. Damit ist dann gesagt, dass der Strom für $\frac{A}{0.5}$ qdm. ausreicht, resp. zu verwenden ist. Dieser Stromstärke und Widerstand entspricht dann eine bestimmte Spannung oder Spannungsverlust V.

Der Widerstand eines Bades Punkt 1, setzt sich zusammen aus dem specifischen Widerstande, dividirt durch den Einheitsquerschnitt mal der Einheitsentfernung von Anode und Kathode d. h. ein bestimmtes Bad wird für einen qdm Querschnitt auf die Tiefe eines dm und bei einer bestimmten Temperatur z. B. 20° C. immer den gleichen Widerstand zeigen. Denn je grösser die Entfernung der Anode von der Kathode, desto grösser der Widerstand und umgekehrt, je grösser die betreffenden Flächen, d. h. je grösser der Querschnitt für den Durchgang des Stromes wird, desto geringer der Widerstand. Da nun aus praktischen Gründen im Durchschnitte eine Entfernung von 1,5 bis 2 dm angewendet wird, so haben wir unter letzterer Annahme, als Einheiten qdm und dm angenommen, den Widerstand pro qdm einer Badflüssigkeit auf die Tiefe von 2×1 dm in Anschlag zu bringen, der mit o bezeichnet sein soll.

Es ist demnach: $\frac{2\ o}{n}$ = Widerstand = O.

(Die betreffenden Zahlen finden sich bei den Bädern angegeben).

D. h. der Widerstand eines im Betrieb befindlichen Bades ist: Widerstand eines qdm multiplicirt mit der Anoden-Entfernung in dm, dividirt durch die Gesammtanodenfläche (welche gleich der Waarenfläche sein soll.)

Ausserdem ist klar, dass die zu erzielende Badzersetzung verbunden mit der eintretenden Polarisation der Metallflächen, welche bei den Elementen genauer behandelt ist, eine Arbeitsaufwendung erfordert, welche wir ebenfalls in V. messen können, für welche wir die Bezeichnung e einführen und mit Einschluss der Polarisation „Zersetzungswiderstand" heissen. Dieses e ist von der Spannung für unser Bad abzuziehen. Wir haben also nicht mehr:

$$A = \frac{V}{0} \text{ sondern } A = \frac{V-e}{0}, \text{ soll aber } A = A \text{ bleiben,}$$

so muss das V der ersten Gleichung e entsprechend erhöht werden.

Es kann aber weiter unter gewissen Verhältnissen die Verbindung: Leitung — Kathode — Metallbad — Anode — Leitung selbst einen Strom liefern, oder wie wir später sehen werden, ein galvanisches Element bilden, dieses kann einen Strom in gleicher Richtung, wie wir denselben zur Niederschlagsarbeit gebrauchen, liefern, oder entgegengesetzt.

Der erstere Fall ist nicht zu berücksichtigen, denn nach kurzer Zeit ist die Kathode mit dem Metalle der Anode bedeckt und die Ursache zu dieser Strombildung hört auf. Läuft aber ein solcher Strom entgegengesetzt, so ist er durch unseren eigentlichen Arbeitsstrom im Anfange mit zu überwinden, wir müssen demnach den Niederschlagsprozess mit einer höheren Spannung einleiten, und zwar mit einer um so viel höheren, als eben

dieser im Metallbade entstehende Strom Spannung zeigt. In diesem Falle haben wir es mit einer zweiten Gegenkraft zu thun, die wir mit E bezeichnen wollen. Unser V müssen wir erhöhen um E, um den Gegenstrom zu überwinden und um e, um die Zersetzung einzuleiten, also:

$$A = \frac{V - (e + E)}{O}$$

wir wollen für später jedoch nur die Bezeichnung e beibehalten und begreifen nötigen Falles das E in dem e mit.

Bei den nachfolgenden Überschlagsrechnungen ist meist abgesehen, die betreffenden Grössen finden bei den Bädern selbst ihre Berücksichtigung.

3. Messungen an den Bädern.

Wir werden uns nun mit der Frage zu beschäftigen haben, auf welche Weise man die im vorigen Kapitel erwähnten Grössen findet.

Wenn auch der Galvanoplastiker nicht immer in der Lage sein wird, diese Messungen ausführen zu können, vielmehr bei mangelnder Übung besser einen Elektrotechniker zu Rathe ziehen wird, so müssen die betreffenden Messmethoden doch hier Platz finden.

Wir schicken voraus, dass wir die folgende Darstellung der Freundlichkeit des Herrn Uppenborn, Direktor der elektrotechnischen Versuchstation des polytechnischen Vereins in München verdanken.

Dieses Kapitel nun, wie das folgende über die allgemeine Berechnung der Anlagen, setzen die Kenntniss der einfachen Gleichungen voraus, eine Kenntniss, über welche der Galvanoplastiker nicht immer verfügen wird. Wer aber grössere Anlagen betreiben will, kommt ohne

die Berücksichtigung dieser Kapitel nie zur vollen Beherrschung seiner Arbeit. Es ist also hier diese Vorbildung unserer Ansicht nach Bedingung. Wer dagegen nur wenige Bäder neben einander an die Maschinenleitung zu hängen hat, für den genügt das vorher Erläuterte und der erste Theil von dem vierten Kapitel.

a. Specifischer Widerstand. Unter dem spezifischen Widerstand einer Flüssigkeit versteht man den Widerstand eines Prismas, dessen Höhe gleich der Längeneinheit (1 cm) und dessen Grundfläche gleich der Flächeneinheit (1 qcm) ist. Es wäre also kurz gesagt der Widerstand eines Würfels von 1 cm Seite, gemessen zwischen zwei gegeneinander überliegenden Flächen. Für galvanotechnische Zwecke ist es aber bequemer den Widerstand von 1 cdm. als spezifischen Widerstand zu bezeichnen. Man findet nun den spezifischen Widerstand am leichtesten, indem man sich aus Glasplatten ein würfelförmiges Gefäss herstellt, welches in einer Richtung 4 mm länger als 1 dm, an die beiden von einander 104 mm entfernten Wänden je eine 2 mm starke Anode befestigt, das Gefäss genau füllt und den Widerstand direkt misst. Diese Messung führt man unter Benutzung der (s. Fig. 3) dargestellten Schaltung aus. Das Maassgefäss *M* wie Widerstandskasten *W* und ein 1 m lange über einen Millimetermassstab ausgespannter 0,4 mm dünner Neusilberdraht werden mit 1 mm dicken Kupferdrahte zu einem Kreise geschlossen. An die Endpunkte des Drahtes *D* werden die secundären Pole eines kleinen medizinischen Induktionsapparates gelegt und der Unterbrecher desselben so regulirt, dass er einen möglichst hohen Ton giebt. Zwischen *M* und *W* wird eine Abzweigung für das

Telephon gemacht; der andere Pol des Telephons wird mit einem auf *D* gleitenden Contact verbunden. Hierauf wird im Widerstandskasten *W* ein dem vermuthlichen Widerstande von *M* ähnlicher Widerstand gezogen. Man hört dann im Telephon *T* einen Ton von gleicher Höhe, als am Inductionsapparate hervorgebracht. Beim Verschieben des Contactes zeigt sich, dass nach einer Richtung der Ton zu nach der andern abnimmt. Es lässt sich nun leicht ein Punkt auf dem

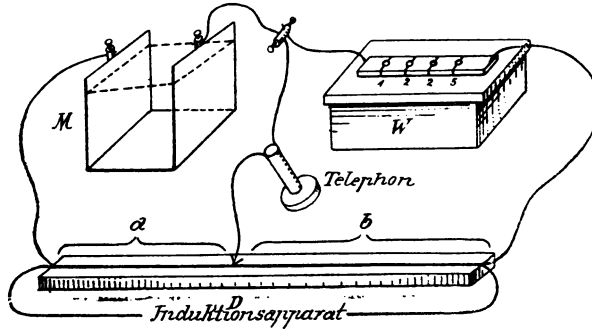


Fig. 3.

Drahte ermitteln, wo der Ton ganz oder beinahe ganz verschwindet. Dieser Punkt wird auf dem Maassstabe abgelesen. Die Länge *a* in mm wird durch die Länge *b* dividirt, und diese Zahl mit dem Widerstande *W* multiplizirt. Diese erhaltene Zahl ist der spec. Widerstand der Flüssigkeit. War z. B. $a = 750$ mm und $W = 2\,O$, so ist $b = 250$ mm also $a/b = 3$ also der spec. Widerstand $= 3 . 2 = 6\,o$. War $a = 500$, $W = 6\,O$, so ist $b = 500$ und der spec. Widerstand $= 500/500 . 6 = 6\,o$. Man sucht den Widerstand *W* so einzurichten, dass der Contact für das Schweigen des Telephons mög-

lichst in die Mitte des Maassstabes also zwischen 400 und 600 mm fällt, dann ist die Ablesung am genauesten.

Die Temperatur hat auf den spec. Widerstand der Flüssigkeit grossen Einfluss. Mit zunehmender Temperatur nimmt der spec. Widerstand ab. Vergleichsweise Messungen muss man daher stets vornehmen, nachdem die Flüssigkeit die Normal- oder Gebrauchstemperatur z. B. 20° C. angenommen hat.

b. Zersetzungswiderstand mit Polarisation und die durch Verschiedenheit der Anodenmetalle hervorgebrachten Gegenkräfte etc., früher mit $e+E$ bezeichnet, werden in der Regel nicht besonders bestimmt, sondern man bestimmt die bei einer gewissen Badzusammensetzung und bei einer gewissen Anodenentfernung (die Oberfläche der Anoden hat keinen Einfluss) zur Erzielung einer, durch Vorversuche bestimmten, gute Niederschläge liefernden Stromdichte erforderliche Gesammtspannung V. Ist O der Widerstand des Bades, A die zur Erzielung der Stromdichte erforderliche Stromstärke, so würde die Stromstärke A bei dem Widerstande O für sich einen Spannungsverlust $=O \times A$ bedingen. Den Zersetzungswiderstand und die oben erwähnte Gegenkraft erhält man dann aus der Differenz: $e+E=V-O \times A$. Will man noch den Zersetzungswiderstand etc. von der Gegenkraft trennen, so macht man eine neue Bestimmung von $V=V_1$; wobei Anoden aus gleichem Materiale verwandt werden, man erhält dann einen um die Grösse E kleineren Werth: $E=V-V_1$; und $e=V-O \times A-E$. Es ist also $O \times A+E+e=V$; d. i. der Spannungsverlust + Gegenkraft + Zersetzungswiderstand = Totalspannung.

c. Niederschlagsmenge. Die Niederschlagsmenge per Stunde lässt sich im allgemeinen nach der Stromstärke und den elektrochemischen Aequivalenten berechnen. Diese Berechnungen ergeben aber zu grosse Mengen, wenn secundäre Zersetzungen eintreten, wie bei dem Cyankupferbad und dem Nickelbad. In solchem Falle schlägt man bei bestimmter Stromdichte auf eine Platte von z. B. 1 qdm nieder und wiegt den Niederschlag direct.

4. Allgemeine Berechnung von Anlagen.

a. einfaches Bad. Auf Grund des Vorangeschickten, sind wir nun in der Lage, uns über die Verhältnisse vorher seiner einfachen Anlage in Zahlen Rechenschaft zu geben.

Nehmen wir an: für den Zersetzungswiderstand u. s. w. seien 0,5 V nothwendig, zur Verfügung stehen 1 V.

Der Widerstand pro qdm bei der angegebenen Entfernung von Kathode und Anode von 2 dm sei 1 O.

Von den sonstigen Widerstand in der Leitung und dem Stromerzeuger sehen wir dabei ab.

Wir beabsichtigen vorläufig nur 1 qdm einzuhängen, dann ist:

$$\frac{1-0.5}{1} = 0.5$$

d. h. ein Strom von 1 V Spannung würde eine Stromquantität von 0,5 A, oder eine Stromdichte von 0,5 A[1]) geben.

Nimmt man an, dass 1 A in der Stunde 1 gr des

[1]) Wenn von der Stromdichte in A gesprochen wird, so hat man sich immer hinzuzudenken **per qdm.**

Metalls niederschlägt, so erhält man in der Stunde auf den eingehängten qdm 0,5 gr.

Man kann dann einen Strom von stärkerer Spannung benutzen, dann erhöht sich die durch das Bad gehende Stromstärke, also auch die Stromdichte und damit die Niederschlagsmenge. Bei den verschiedenen Metallen und Bädern hat dies seine Grenzen, indem die Güte des Niederschlags abhängig ist von der Stromdichte, unter welcher derselbe erhalten wurde. Zu grosse Stromdichte kann pulverförmigen Niederschlag geben, zu geringe zu spröden, man ist also in Bezug auf die Grösse der anzuwendenden Stromdichte nicht unabhängig. Die praktischen Zahlen finden sich bei den Bädern angegeben.

Ebenso erhöht sich die Stromstärke durch Verringerung des Widerstandes oder Vergrösserung der eingehängten Flächen, aber es erhöht sich im zweiten Falle damit natürlich nicht die Stromdichte. Müssen wir z. B. eine Stromdichte von 6 A pro qdm, resp. die diesem A entsprechende Niederschlagsmenge für den qdm und Stunde als den praktischen Bedürfnissen entsprechend annehmen, so ist damit eine Spannung von

$$\frac{V-0.5}{1} = 6 \text{ und daraus}$$

$$V = 6{,}5 \text{ bedingt.}$$

Wir nehmen weiter an, dass in das Bad statt 1 qdm deren 5 eingehängt sind, so bedürfen wir für die gleiche Stromdichte:

$$5 \times 6 = 30 \text{ A und}$$

haben, da sich mit der vermehrten eingehängten Fläche

der Widerstand im gleichen Maase verringert, für den letzteren: (vergleiche auch S. 14.)

$$\frac{1}{5} = 0.2 \text{ also } \frac{V-0.5}{0.2} = 30$$

und wieder: $V = 6.5$

b. Bädergruppen. Den nächst einfachen Fall bietet dann die Anwendung zweier Bäder, dieselben können parallel, nebeneinander von den Leitungen abgezweigt sein oder hintereinander zwischen den Leitungen liegen. Fig. 4 und 5. Im ersteren Falle zweigen wir die zutreffenden Strommengen nacheinander für das Bad ab, in der Leitung sind ungleiche Strommengen, mit der gleichen Spannung fortzuleiten.

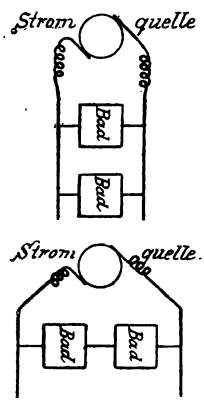


Fig. 4 und 5.

Im andern Falle leiten wir die Strommenge durch das erste Bad und von da durch das zweite etc.

Für jedes Bad verbrauchen wir die zutreffende Spannung, die Spannungen der Bäder müssen addirt werden, weil sich eben die Widerstände summiren.

Nehmen wir die Badgrössen, resp. Verhältnisse wie vorhin, so haben wir für Parallelschaltung (Fig. 4) die Spannung gleich, nämlich 6,5 V, dagegen A doppelt $2 \times 30 = 60$; d. h. wir haben gleichsam ein doppelt so grosses Bad durch Scheidewände in zwei getheilt.

Zugleich ist aber der gesammte Widerstand entsprechend kleiner geworden, wenn wir in jedem Bade

dieselben qdm einhängen und zwar nach dem letzten Beispiele:

$$0{,}2 : 2 = 0{,}1.$$

Im anderen Falle summiren sich die Spannungen, bei zwei gleichen Bädern haben wir demnach die doppelte Spannung, während die Stromstärke die eines Bades bleibt, die Widerstände sind zu summiren:

$$\frac{(6.5 - 0.5) + (6.5 - 0.5)}{0.2 + 0.2} = 30$$

Sind für den ersten Fall die Widerstände nicht gleich, so vertheilt sich natürlich A im umgekehrten Verhältnisse zu denselben,

Sind die Widerstände im zweiten Falle nicht gleich, so ist die Gleichung für das Bad mit grösserem Widerstand maassgebend. Es kann eben auch durch das Bad mit geringerem Widerstande nur die Anzahl von A gehen, die durch das andere Bad gehen können.

Die gleichen Verhältnisse siehe auch bei der Schaltung der Elemente.

Nehmen wir, um für alle Fälle ein Beispiel zu haben, noch die Combination beider Fälle an (Fig. 6.) mit verschiedenen Bedürfnissen in den Bädern.

für	Bad	1:3	V	und	25 A
„	„	2:3	V	„	30 A
„	„	3:2	V	„	15 A
„	„	4:1	V	„	15 A

Wir sehen der einfachen Rechnung wegen von e ab, resp. bezeichnen wir für das vorliegende Beispiel mit V eben (V-e).

Wir sehen sofort, dass diese Annahme nicht praktisch durchführbar ist. Haben wir in unserm Leitungssystem eine Spannung entsprechend

für $1+2 = 3+3 = 6$ V

so herrscht diese Spannung auch für das Bad 3 und 4 und ist zu gross. Geringe Unterschiede kann man durch Einschaltung von Widerständen, von denen später die Rede sein wird, ausgleichen, grössere Unterschiede aber auf diese Weise unschädlich zu machen, wäre sehr unökonomisch. Die schon aus dem vorhergehenden sich ergebende Regel ist:

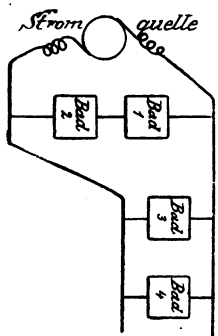


Fig. 6.

Dass man Bäder mit gleichen Spannungen und ungleichen Strombedarf parallel, Bäder mit ungleichen Spannungen aber gleichen Strombedarf hintereinander schalten kann.

Wir werden also Bad 1 und 2 mit je 3 V parallel an Stelle von 3 und 4 schalten, anstatt hinter einander und 3 und $4 = 1+2 = 3$ V hinter einander an Stelle von 1 und 2 schalten, dann haben wir jetzt für unsere Fig.

Bad	1	früher Bad	4	mit	1 V	und	15 A
„	2	„ „	3	„	2 V	„	15 A
„	3	„ „	2	„	3 V	„	30 A
„	4	„ „	1	„	3 V	„	25 A

Dass 3 und 4 verschiedene Grössen für A haben, hängt von ihren Widerständen ab und wenn die Annahmen dieser richtig sind, findet auch die Verteilung in der angegebenen Weise statt.

Im ganzen System herrscht dann 3 V Spannung und die 3 Stromzweige bedürfen $15 + 30 + 25 = 70$ A ohne Berücksichtigung der Leitungen.

Durch die gesammte Zu- und Rückleitung gehen vom Anfang bis zu den ersten Bädern

$$15 + 30 + 25 = 70 \text{ A.}$$

Von den ersten Bädern bis zum dritten

$$30 + 25 = 55 \text{ A.}$$

Vom 3. zum 4. 25 A

wornach wir die Leitungsstärken bestimmen. Für die Leitungen können wir dann aus unserer Tabelle rund die nothwendige Spannung resp. den Spannungsverlust rechnen und unserem V zu schlagen. Aus diesem Endwerthe und dem A können wir einen entsprechenden Widerstand der ganzen Anordnung berechnen, der später bei Berechnung der Stromquellen in Verwendung gelangt, anstatt der genauen Angabe von Volt und O für Bäder und für Leitungen.

Man bezeichnet diesen Widerstand als scheinbaren Widerstand. Ebenso verwenden wir denselben zur Berechnung der künstlichen Widerstände, von denen später zu reden ist.

Der scheinbare Widerstand eines Bades berechnet sich in gleicher Weise aus V und A. Er ist immer grösser als der wirkliche der Gleichung $A = \frac{V-(e+E)}{O}$

Für uns ist ausser einer allgemeinen Uebersicht, die Hauptsache, gelernt zu haben, dass wir nicht Bäder mit verschiedener Spannung und verschiedenen Stromstärken beliebig verbinden können. Die allgemeine Regel ist, wir wiederholen dies:

Hinter einander geschaltete Bäder müssen denselben Strombedarf in A haben, parallel geschaltete denselben in V.

Lassen sich diese Bedingungen nicht erfüllen, so muss man verschiedene Stromquellen anwenden.

Wir haben jedoch gesehen, dass der Widerstand der Bäder abhängig ist von den darin arbeitenden Flächen, resp. dem Flüssigkeitsquerschnitt, den der Strom zu durchlaufen hat, wir haben also durch Veränderung der Flächen und damit der Badgrössen ein Mittel, um den Bedingungen gerecht zu werden in Bezug auf A. In Bezug auf V können wir nichts ändern, wenigstens nicht in bedeutendem Maassstabe, da $A = \frac{V}{o}$ für den qdm praktisch beschränkte Grenzen hat, innerhalb welcher der Niederschlag gut ausfällt.

Was wir also in der Hand zur Veränderung und Anpassung in einem Bad haben, ist im grossen O, d. h. die Beschickung und damit Grösse des Bades.

Je grösser und hauptsächlich je mannigfaltiger die Anlage wird, desto schwieriger werden diese Fragen zu beantworten und ein Elektrotechniker heranzuziehen sein.

Immer aber soll das Angeführte uns in die Lage versetzen, an den Elektrotechniker die Fragen in richtiger Weise stellen zu können, denn die Begründung unserer Bedürfnisse wird immer unsere Sache bleiben. Wir müssen uns klar machen, welche Bäder wir anzuwenden haben, ob wir versilbern, verkupfern, etc. Dann müssen wir festsetzen, für welche Waarenmenge — also Kathoden Oberfläche — die Bäder einzurichten

sind und wie viele einzelne Bäder wir für den betreffenden Bedarf verwenden wollen.

Dabei ist auch darauf Rücksicht zu nehmen, ob ein Bad voraussichtlich stets voll belastet oder nur selten angewendet sein wird.

c. Widerstände. Wir haben im Vorhergehenden gesehen, dass sich nicht immer die Bedingungen für die Stromverhältnisse genau einhalten lassen, insbesondere ändert die verschiedene Beschickung der Bäder mit Waaren fortwährend unsere Verhältnisse. Um diese Unregelmässigkeiten auszugleichen, bedienen wir uns besonders eingerichteter Leitungsstücke von veränderbaren Widerstand, allgemein Widerstände genannt. Dieselben können dazu dienen, eine zu hohe Spannung zu vermindern, dann werden dieselben vorgeschaltet, wirken also mit dem Bade zusammen, wie zwei hintereinander geschaltete Bäder, ohne A für das Bad zu verändern. Oder dieselben dienen dazu, die zu grosse Stromstärke, eines vielleicht nur wenig gefüllten Bades, durch Ableitung des Ueberschusses unschädlich zu machen, ohne an der Stromdichte, resp. Spannung etwas zu ändern. In diesem Falle werden dieselben parallel geschaltet und können auch ein leeres Bad im Stromkreise ersetzen. (Fig. 4 und Fig. 5, indem ein Bad einfach durch den Widerstand ersetzt wird.)

Der zweite Fall ist der häufigste, der erstere tritt nur bei Bädern ein, bei welchen die Spannung auf die Farbe grossen Einfluss hat, also Gold- und Messingbäder. Im ersten Falle haben wir folgende Bedingungen: Eine bestimmte Stromstärke A soll durch den Wider-

stand gehen und derselbe 2 V bis z. B. 4 V verbrauchen. Für den Endfall haben wir z. B.:

$$40 = \frac{4}{O}, \quad O = 0{,}1.$$

Wählt man Nickelin Drähte zur Herstellung, so ergibt die Tabelle aus Uppenborns Kalender:

durchzuleitende A rund	3,5	10	18	28	38	52	80
Durchmesser in mm .	1	2	3	4	5	6	8
Länge für 1 O in m .	1,75	7	15,7	28	44,5	63	112

aus welcher Tabelle die benöthigten Längen berechnet werden können. Also für das Beispiel Draht von 5 mm und 4,45 Länge.

Im zweiten Falle haben wir bei vielleicht 2 V von null bis 30 A durch den Widerstand zu leiten, null wenn das Bad voll im Betriebe, 30 wenn es ganz ausser Betrieb ist. Das heisst: bei ganz gefülltem Bade soll der Widerstand unendlich gross sein, damit kein Strom durch denselben geht. In der Praxis jedoch nimmt man als Endleistung für den Widerstand an, dass $^4/_5$ durch das Bad gehen und derselbe nur noch $^1/_5$ aufzunehmen hat.

Dafür haben wir in unserem Beispiele:

$$\frac{30}{5} = \frac{2}{O} \quad \text{daraus } O = 0{,}333$$

also 4 mm Drath und 9,24 m Länge. Der gebrauchte Anfangstheil für das leere Bad ergiebt sich aus:

$$30 = \frac{2}{O} \qquad . O = 0.07 \text{ (alles rund)}$$

oder 1,9 m Länge, wobei O immer der scheinbare Widerstand ist.

Konstruiren lässt sich nun ein solcher Widerstand

auf die mannichfaltigste Weise, das Gebräuchlichste ist folgendes:

Auf einem vertikalen Brett aus trockenem Holz bringt man zwei Reihen Metallknöpfe 1, 2, 3, 4 etc. und a, b, c etc. an, über welche sich ein federnder und auf den Knöpfen schleifender Bügel mit Handhabe, bewegt, indem er sich um Axe X dreht. Die Leitung ist mit 1 und der Axe verbunden. Liegt der Bügel auf 1, so geht der Strom einfach von 1 nach X durch den Bügel. Zwischen den Knöpfen sind nun Doppeldrähte straff oder in Spiralen gespannt.

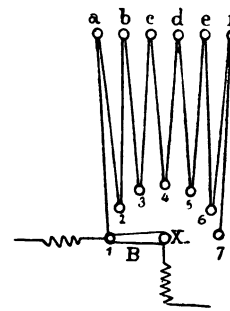


Fig. 7.

Stellt man nun den Bügel auf 2, so muss der Strom die Dräthe 1 — a — 2 durchlaufen u. s. w.

Eine andere Konstruktion von Zettler ist folgende:

Man befestigt an einem vertikalen Holzprisma zwei Metallbügel a b und a_1 b_1 und spannt durch Ebonit isolirt, dazwischen die Drähte a a_1 und b b_1 die Leitung mündet in a und geht von b aus weiter.

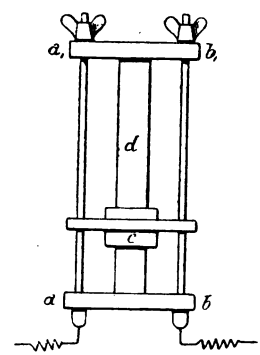


Fig. 8.

Man lässt nun auf dem Holzprisma d einen Bügel c gleiten, der a und b in leitende Verbindung bringt. Ist dieser Bügel unten, so ist kein Widerstand ein

geschaltet, je weiter man den Bügel nach oben schiebt, desto mehr Widerstand wird durch die Länge der Dräthe a und b eingeschaltet.

B. Die Stromquellen.

Unsere Stromquellen sind, wie Eingangs erwähnt, entweder Elemente, Akkumulatoren, Dynamomaschinen oder Thermosäulen.

I. Elemente.

Die Elemente stellt man sich am besten aus den einzelnen Theilen selbst zusammen, sie sind entgegen Thermosäulen, Dynamomaschinen, Akkumulatoren keine Apparate, die unter dem Einfluss einer gleichbleibenden Betriebskraft, wie Wärme, Dampf-, Gas-, Wassermotor, stets einen Strom gleicher Grösse erzeugen. Die Elemente sind vielmehr Apparate, welche, wie eine Feuerung, das krafterzeugende Material verzehren und einer steten Neubeschickung bedürfen. Dieselben erfordern also eine besondere zeitraubende Wartung, trotzdem ist deren Anwendung, kleinen Bedarf natürlich ohne weiteres eingeschlossen, da ins Auge zu fassen, wo besonders keine maschinelle Kraft schon für andere Zwecke vorhanden ist, abgesehen also von grossen Betrieben. So zum Vergolden, zum Versilbern fertig bezogener Rohwaare, für Galvanoplastik.

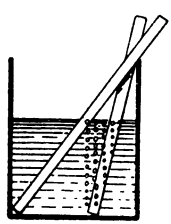


Fig. 9.

Bekannt ist der Fundamentalversuch mit zwei sich berührenden Metallstreifen, die in ein Gefäss mit

angesäuerten Wasser gestellt sind. (Siehe Fig. 9) zum Beispiel:

Kupfer —— Zink [1])

H^2 S O_4

(Schwefelsäure)

In dem Augenblicke, in dem die Metalle zur Berührung gebracht werden, sehen wir eine heftige Gasentwicklung am Kupfer entstehen, die aus freigewordenem Wasserstoff besteht, während das Zink für den Wasserstoff in das Säuremolekül eintritt, sich also auflöst. Es entsteht ein Strom, der frei werdende Wasserstoff aber, der das Bestreben hat, durch Aufnahme von Sauerstoff wieder Wasser zu bilden, giebt Anlass zu einem entgegengesetzt verlaufenden Strome.

Nehmen wir an, der elektrische Strom, der durch die Berührung der Metalle ermöglicht und der gewissermassen eine Nebenerscheinung der Zersetzung ist, ging vom Kupfer zum Zink — so würde durch ein Element, dessen eines Metall durch Wasserstoff ersetzt wird, ein entgegengesetzter Strom entstehen müssen. Da nun die feinen Gasbläschen wirklich einen Theil der eintauchenden Metalloberfläche bedecken, so wird nach und nach der ursprüngliche Strom immer mehr geschwächt, oder, wie wir sagen, polarisirt. Eine so einfach erhaltene Stromquelle wäre also schon aus diesen Gründen für dauernde Arbeiten nicht verwendbar.

Es würde zu weit führen, hier die Entwicklung der

---

[1]) Das nothwendige über die chemischen Formeln ist hier natürlich als bekannt vorausgesetzt — für den nicht bewanderten steht ausser der Formel die betreffende chemische Verbindung mit dem Namen darunter gesetzt.

Batterien, die Ausbildung der konstanten Elemente vorzuführen. Wir beschränken uns auf das Daniel und das Bunsenelement. Die Einrichtung des ersten ist in der Galvanoplastik verwerthet und sind beide nach ihrem Erfinder benannt (siehe Figur 10 und 11). Bei beiden Elementen handelt es sich um die Unschädlichmachung des Wasserstoffes, dasselbe soll sich nicht auf dem positiven Metall des Elementes ansammeln können, sondern muss auf seinem Wege dahin chemisch gebunden werden.

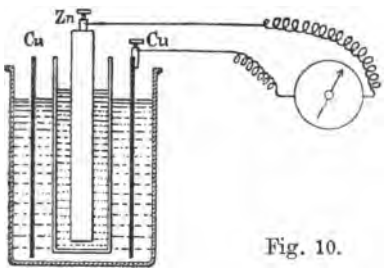


Fig. 10.

a. Danielelement. Dasselbe besteht aus einem Zinkstabe, der in einem mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten Diaphragma (unglasirtem, gebrannten, daher durchlässigem Tongefässe) steht; das ganze steht in einem Gefässe, das mit Kupfervitriollösung gefüllt und in welches ein Kupferblech eingeführt ist.

b. Bunsenelement. Das grosse, für Versilberung zu verwendende Element besteht aus einem cylindrischen Steinguttopf, welcher einen gegossenen Zinkcylinder von 45 cm Höhe und 16 cm innerem Durchmesser mit angelöthetem 5 mm starkem Kupferdraht und getheerter Aussenseite enthält; in demselben befindet sich das Diaphragma mit einem prismatischen Kohlenstab von kreuzförmigen Querschnitt von 50 cm Höhe und 9 cm grösstem Durchmesser. Die Füllung besteht für Kohle in 36° Salpetersäure mit $^1/_3$ Volumen concentrirter

englischer Schwefelsäure, für Zink in Wasser mit 2—3% Schwefelsäure und etwas Quecksilbersulphat versetzt. (Fig. 11 und 12.)

Die Entfernung des Wasserstoffes, welcher durch die Einwirkung des Zinkes auf die Schwefelsäure in beiden Elementen frei wird, geschieht bei dem Daniel-element durch die Kupfervitriollösung, nämlich:

$$\begin{array}{c} Cu\,S\,O_4 \quad + \quad 2H \\ \text{Kupfervitriol} + \text{2 Wasserstoff} = \\ Cu \quad + \quad H_2\,S\,O_4 \\ \text{Kupfer} + \text{Schwefelsäure.} \end{array}$$

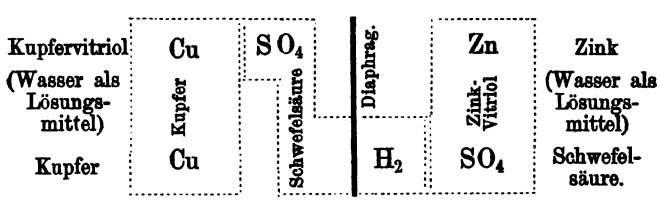
Die Stelle der Kupfervitriollösung übernimmt bei dem Bunsenelement die Salpetersäure, nämlich:

$$\begin{array}{c} 2N\,O_2\,OH \quad + \quad 2H \\ \text{Salpetersäure} + \text{Wasserstoff in:} \\ 2N\,O_2 \quad + \quad 2H_2\,O \\ \text{Stickstoffdioxyd} + \text{Wasser.} \end{array}$$

(entweicht als rother Dampf).

Der Vorgang in beiden Elementen lässt sich demnach wie folgt darstellen:

Daniel:



Die horizontal geschriebenen Bezeichnungen ergeben die Zusammensetzung des Elementes, die vertikal geschriebenen die Zersetzungsprodukte. Das Zink tritt an die Stelle des Wasserstoffes, und verbindet sich mit

dem Schwefelsäurerest zu Zinkvitriol — löst sich also auf. Der Wasserstoff aber scheidet, indem er an die Stelle des Kupfers im Kupfervitriol tritt, Kupfer aus, das sich auf dem vorhandenen Kupfer niederschlägt — und bildet mit dem Schwefelsäurerest Schwefelsäure. Man kann den Vorgang auch schreiben:

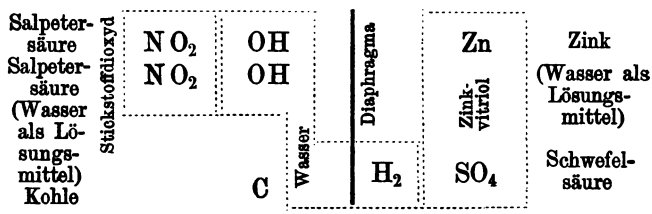
$$Zn + SO_4H_2 = ZnSO_4 + 2H$$

Zink + Schwefelsäure = Zinkvitriol + Wasserstoff.

$$2H + CuSO_4 = H_2SO_4 + Cu$$

Wassersoff + Kupfervitriol = Schwefelsäure + Kupfer

Bunsen.



Die Bezeichnung ist wie beim Danielelement zu lesen. Der ausgeschiedene Wasserstoff wird nun hier zu Wasser oxidirt, die Salpetersäure selbst dadurch zu niederen Stickstoffoxyden (Stickstoffdioxyd) reducirt, welche gasförmig entweichen. Wir können auch schreiben:

$$Zn + H_2SO_4 = ZnSO_4 + 2H$$

Zink + Schwefelsäure = Zinkvitriol + Wasserstoff

$$2H + 2NO_2OH = 2H_2O + 2NO_2$$

Wasserstoff + Salpetersäure = Wasser + Stickstoffdioxyd

Beide Elemente sind also konstant, so lange der Vorrath an den betreffenden Chemikalien reicht.

c. Leistung der Elemente. Ein Danielelement hat nun im Allgemeinen eine elektromotorische Kraft von 1 Volt. Der innere Widerstand beträgt bis 2 O.

Ein Bunsenelement hat bis 20 cm Höhe
1,8 V und 0,2 O.
Bei den angegebenen grösseren Dimensionen:
1,8 V und 0,05 O.
jedoch ist die Angabe für O der Verschiedenheit der Diaphragmas halber sehr unzuverlässig.
Für die Feststellung der Leistungsfähigkeit eines Elementes ist also zweierlei zu wissen nothwendig:

1. Die elektromotorische Kraft, die wir uns mit grösserer oder geringerer Spannung oder Entstehungsenergie auftretend vorstellen und welche wieder in V gemessen wird.

2. Der innere Widerstand, von dessen Grösse die Leistung für den äussern Stromkreis mit abhängig sein wird. Während die elektromotorische Kraft abhängig ist von der chemischen Zusammenstellung des Elementes, also bei gleicher Zusammenstellung immer gleich gefunden wird, ist der innere Widerstand verschieden. Je dicker die trennende Flüssigkeitsschicht ist, desto grösser ist der Widerstand. Je grösser die eintauchenden Metallflächen sind, desto kleiner ist derselbe und umgekehrt.

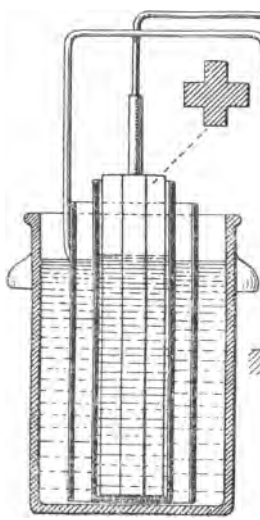


Fig. 11.

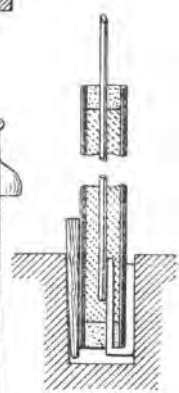


Fig. 12.

Wir haben es also in der Hand, den Widerstand herabzudrücken und thun dies auch für unsere Zwecke durch die Wahl möglichst grosser Elemente. So soll die Zinkoberfläche ungefähr den in das Bad gehängten Waarenoberflächen entsprechen.

Wir haben nur eines zu beachten, dass wir es nicht unbedingt in der Hand haben, die Dicke der Flüssigkeitsschicht herabzumindern. Ein Element arbeitet um so länger und gleichmässiger je mehr Lösungsmittel — verdünnte Schwefelsäure — vorhanden ist, wir bemessen dasselbe für Elemente, die wirklich lange Arbeit leisten sollen reichlich; die Vergrösserung der Metallflächen ist demnach das Hauptauskunftsmittel, welches uns hier zu Gebote steht.

Es ist nun auch nothwendig uns die Verhältnisse zahlenmässig klar zu legen. Ein Bunsen hat rund die elektromotorische Kraft 1,8 = 1,8 V Anfangspannung, der Widerstand des Elementes von bestimmter Elektrodengrösse und Entfernung etc. sei 0.2 O. Die Stromstärke ist dann:

$$A = \frac{1.8}{0.2} = 9$$

Dabei ist aber angenommen, dass die Elektroden des Elements direct durch eine Leitung mit zu vernachlässigendem Widerstand verbunden sind. In Wirklichkeit ist diese Leitung durch den äusseren Stromkreis von dem Widerstand O geschlossen. Es sei dieser = 0.8.

Dann haben wir:

$$A = \frac{1.8}{0.2 + 0.8} = 1.8$$

Nehmen wir dann zwei Elemente und verbinden hintereinander auf Spannung als Kohle-Zink, so haben wir:

$$A = \frac{2 \times 1.8}{(2 \times 0.2) + 0.8} = \frac{3.6}{0.4 + 0.8} = \frac{3.6}{1.2} = 3.$$

Verbinden wir nebeneinander (auf Quantität) Kohle und Kohle, Zink und Zink, so haben wir:

$$A = \frac{1 \cdot 8}{(0.2 : 2) + 0.8} = \frac{1.8}{0.9} = 2.$$

In dem einen Falle haben wir bei gleichem Widerstandsquerschnitt, den der Strom aber zweimal zu durchlaufen hat, die Spannung verdoppelt, in dem anderen Falle bei gleicher Spannung durch Verdopplung des Querschnittes den Widerstand um die Hälfte herabgemindert.

Im ersteren Falle haben wir A zu 3 erhalten, im anderen Falle bei Nebeneinanderschaltung nur 2 also wenig mehr als bei einem Element.

Daraus ergibt sich die Regel, bei grossem äusseren Widerstande die Elemente auf Spannung zu verbinden.

Die Zusammenstellung der Elemente richtet sich nun nach dem Bedarf von V und A. Wir wissen, wie viel A wir brauchen und mit wie vielen V dieselben geliefert werden müssen und wir kennen den gesammten äusseren Widerstand. Nehmen wir an, wir hätten 3 V und 3,5 A mit Bunsen herzustellen, wobei bei dem V, e und E der Einfachheit halber nicht berücksichtigt ist.

Dann müssen wir vorerst die Spannung höher als dieselbe für den äusseren Stromkreis nothwendig ist, annehmen, weil ja der innere Widerstand mit zu überwinden ist und einen Theil der Spannung absorbirt. Da die Spannung eines Elementes gleich der elektro-

motorischen Kraft bei einmal angenommener Elementenzusammensetzung bestimmt ist, so lässt sich nur annähernd den Bestimmungen entsprechen. Man wird also gleich grösser annnehmen, als für die Arbeit nothwendig erscheint. Wir bedürfen im Beispiel 3 V. Ein Bunsen hat rund 1.8 wir nehmen der eintretenden Abnahme wegen nur 1.2 und 4 Elemente hintereinander. Unseren Zahlen 3 V und 3.5 A entspricht ein äusserer scheinbarer Gesammtwiderstand von 0.8 O. Ein Bunsen hat 0.2 O, also schreiben wir:

$$\frac{4.8}{(4 \times 0.2) + 0.8} = X$$

und sehen zu, ob die Gleichung sich erfüllt; die linke Seite gibt rund 3, darnach würden die Verhältnisse ziemlich passen.

Hätten wir V = 2, A = 10, also scheinbaren Widerstand O = 0.2 dann soll sein:

$$\frac{4{,}8}{(4 \times 0.2) + 0.2} = X$$

Die linke Seite gibt 4,8 anstatt 10.

Wir nehmen nun zwei Gruppen von 4 hintereinander geschalteten Elementen nebeneinander Fig. 13, also:

$$\frac{4.8}{(4 \times 0.2 : 2) + 0.2} = X$$

Die linke Seite gibt 8, also ist unsere Bedingung annähernd erfüllt.

Sollen die Elemente auf längere Zeit hindurch annähernd die gleiche Leistung haben, so muss muss durch reichlichere Bemessung der Anlage das Sinken der elektromotorischen Kraft ausgeglichen werden.

Selbstredend können wir die Gruppenschaltung dadurch umgehen, dass wir durch Vergrösserung der Elemente den innern Widerstand verringern, durch doppelt so grosse Elektrodenflächen z. B. erhalten wir ja dasselbe und vereinfachen unseren Apparat.

Es lassen sich nun keine bestimmten Zahlen für verschiedene grosse Elemente angeben, selbst wenn man von Flächeneinheiten der Elektroden und deren Entfernung ausgeht, müssten das angesäuerte Wasser und die Vitriollösung z. B. auf gleicher Zusammensetzung erhalten und bestimmte Diaphragmen angewendet werden. In Thätigkeit befindliche Elemente ändern sich aber gerade in dieser Beziehung rasch sehr bedeutend. Ausserdem handelt es sich bei Batteriebetrieb um Bäder, die mit sehr niederer Spannung arbeiten — eine Spannung meist unter 1 Volt so dass meist die Parallelschaltung angewendet wird, also durch Einschaltung weiterer Elemente die zu geringe Stromstärke erhöht wird. Immerhin bedürfen wir auch einer Schaltung auf Spannung, um durch Batterien für vorübergehende Zwecke z. B. selten vorkommende Vergoldung oder Vernickelung in einem Betriebe, oder bei zeitweise gesteigerten Anforderungen auszuhelfen.

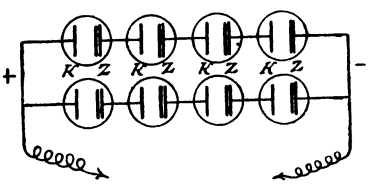


Fig. 13.

In diesen Fällen ist die Batterie die am schnellsten bereitete Hülfsquelle.

Das Daniel Element wird nur mehr beim directen Prozess in der Galvanoplastik verwendet, wo die Kupfer-

platte im Element gleich die Waare bildet, auf welcher der Niederschlag erzeugt werden soll.

Hier haben wir keinen äusseren Widerstand, also gilt für e = 0.2

$$\frac{1-0{,}2}{2} = 0.4$$

für Elemente von 20 cm Höhe des Diaphragmas. So viele solche Diaphragmas wir einsetzen, so viel mal 0,4 erhalten wir, ein gleiches Resultat ist natürlich wieder durch Vergösserung zu erzielen. Bei gleichbleibendem Querschnitt des Zinks haben wir z. B. bei 40 cm dann 0,8 A. Bei gleichzeitiger Verdopplung des Zinkumfanges 1,6 A und dementsprechenden Metallniederschlag pro Stunde.

Es ist also falsch, wenn man nur durch Hintereinanderschaltung möglichst vieler Elemente die Niederschlagsleistung in den Bädern vermehren zu können glaubt.

Wir haben dabei gefunden, dass die Verhältnisse der Bäder in Bezug auf ihre Zersetzung die nämlichen, der jenigen der Elemente sind. Wir bedürfen bei bestimmten Bädern einer bestimmten Spannung zu dieser Arbeit, wie gross diese sein muss werden wir dort sehen, diese Spannung muss durch die Hintereinanderschaltung der Elemente erreicht werden, wenn eines nicht ausreichend ist, so gelingt die Zersetzung überhaupt nicht. Genügt uns dann die Stromquantität, d. h. die durch dieselbe erzeugte Niederschlagsmenge nicht, so muss man durch Parallelschaltung von Elementengruppen auf Spannung ein Mehr erreichen.

d. Ausführung der Elemente. Wie wir durchgehends sehen werden, ist die geringe Spannung der

Elemente ein Grund, sämmtliche Kontakte mit der grössten Vorsicht herzustellen, die am meisten gefährdeten sind natürlich die den Säuredämpfen ausgesetzten an den Elementen selbst.

Klemmkontakte können durch die an dem kalten Metalle kondensirten Säuredämpfe den Kontakt bald verlieren und fressen letztere die Schrauben bald auf, daher sind solche ganz zu vermeiden. Es geht dies sehr einfach z. B. für Bunsen dadurch, dass man in der Batteriekammer für jedes Element 2 Quecksilberkontakte anbringt (Glasnäpfchen, die in Holz eingefügt sind[1]), in welche die Drähte von Zink und Kohle eintauchen. Der Draht des Zinkes ist direct an dasselbe angelöthet. (Erwärmen des Zinkes ist vor dem Löthen nothwendig.) Der Draht für die Kohle kann in folgender eigenthümlicher Weise angebracht werden (siehe Fig. 12). An das, in eine cylindrische Ausbohrung der Kohle zu steckende Ende des Drahtes ist hart ein Platinstreifen gelöthet. Das Ganze wird dann in ein Stück Ebonitrohr gesteckt und zwar so, dass der Platinstreifen ca. $1^1/_2$ cm hervorsieht. Durch Korke wird der Draht in dem Rohr festgehalten und letzteres mit Parafin ausgegossen. Dann legt man das vortretende Platinende um und an die äussere Rohrwand an und steckt das System in das genau ausgebohrte Loch der Kohle. Das andere Ende des Drahtes wird in geeigneter Weise gebogen, um in den betr. Quecksilbernapf einzutauchen.

Es ist vortheilhaft die zu verquickenden Enden

[1]) Wegen des Schwinden des Holzes sind die Bohrungen im Holz um 2 mm grösser zu nehmen und das Holz mit Parafin einzulassen.

der Kupferdrähte erst gut zu versilbern, indem das gebildete Silberamalgam sich viel weniger oxydirt, wenn das Element auseinander genommen ist. Uebrigens genügt vor dem Zusammensetzen ein Abwischen der

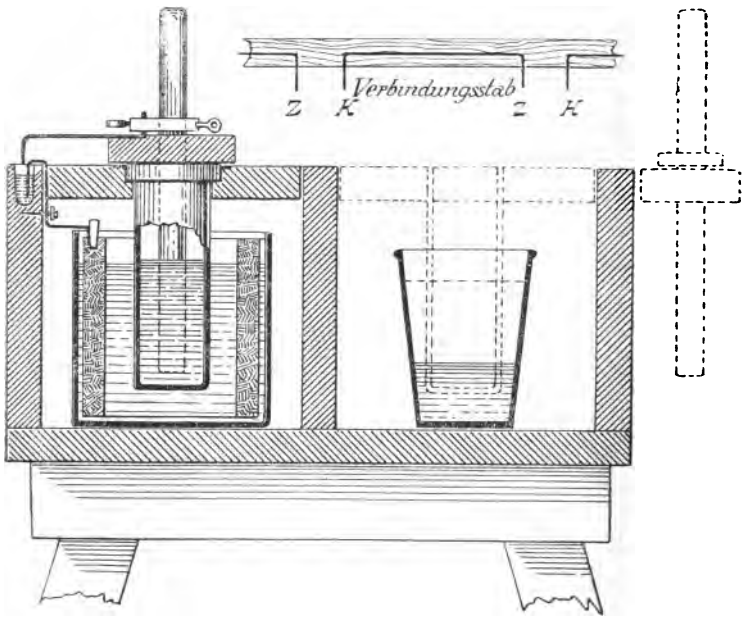


Fig. 14.

Kontaktenden mit einem Tuch, um dieselben blank zu machen.

Auf das Diaphragma kann noch eine durchbohrte Glasplatte, durch welche die Ebonitröhre geht, gelegt werden. Beim Auseinandernehmen des Elementes, was jeden Abend zu geschehen hat, wird die Kohle mit dem Diaphragma und der Säure in ein geeignetes Steingut-

gefäss und der Zinkcylinder auf einen Holzrost gestellt. Das Ebonitrohr mit dem Kontakt bleibt für immer in der Kohle.

Eine ähnliche Einrichtung für mehrere Elemente, die gemeinsam auf Spannung verbunden werden sollen, wie solche für Nebenarbeiten, Verkupfern von Blei Vergolden etc. nothwendig sind, soll nachfolgend beschrieben werden. Der leitende Gedanke, wie überhaupt bei allen Einrichtungen für den praktischen Betrieb, ist immer der, dass stets alles mit wenigen Handgriffen bereit ist und nicht unnöthig sich selbst verbraucht.

Wir sehen, dass in einem langen Holzkasten, (Schnitt Fig. 14) eine Reihe Gefässe hintereinander Aufstellung gefunden haben, in denen die Kohlencylinder und die Salpetersäure sich befinden. Durch Platinstreifen, die in cylindrischen Löchern durch Kohlenstopfen festgehalten sind, ist die Verbindung mit denselben hergestellt, die Vorderseite des Kastens hat für jedes Element 2 mit Quecksilber gefüllte Glasnäpfe (Stücke von Reagenscylindern) eingefügt, in deren einem der Kohlenplatinstreifen eingeführt ist. In einem gemeinsamen Deckelbrett sind die Thonzellen für die Zinke eingehängt. Wird das Element nicht gebraucht, so wird dieser Deckel auf den rückwärts befindlichen Kasten (rechts) gebracht und hängen die Thonzellen in Gläsern ein, die, wie die Zellen selbst, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt sind. Dadurch entsteht bei noch so langem Nichtgebrauch kein Verlust an der Füllung. Die oberen Ränder der Diaphragmen sind mit Parafin getränkt, so dass ein Aufsaugen vermieden ist. Ein weiterer schmälerer Deckel enthält dann die Zinkstäbe mit Klemmschrauben und Eintauchdrähten für die ent-

sprechenden Queksilbernäpfe Bei Nichtgebrauch hängt dieser Zinkträger hinter dem Kasten, während der eigentliche Batteriekasten mit den Elementen durch einen gut schliessenden Deckel geschützt ist. Der ganze Apparat erleidet also beim Nichtgebrauch keine Abnutzung und ist stets durch wenige Handgriffe in die Arbeitsstellung zu bringen. Die Weiterleitung des Stromes erfolgt durch Stangen, die über die Vorderkante des Kastens in geeigneter Führung gelegt werden und Eintauchstifte für jeden Quecksilbernapf haben. Je nach Verbindung dieser Eintauchstifte erhält man dann die Elemente zu zweien, dreien etc. auf Spannung verbunden.

2. Dynamo-Maschinen.

Als Elektrizitätserzeuger benützen wir jedoch in neuerer Zeit fast ausschliesslich die Dynamomaschine und müssen wir uns, wenn auch in Kurzen, mit deren Principien bekannt machen. Eine der Haupteigenschaften des elektrischen Stromes die hier hauptsächlich in Betracht kommt, ist dessen Fernewirkung. Wir kennen den Versuch, dass eine auf einer Nadel balancirende und nach Norden zeigende Magnetnadel aus ihrer Lage abgelenkt wird, wenn wir einen stromdurchflossenen Draht über oder um dieselbe legen. Legen wir um eine solche Magnetnadel eine geschlossene Drahtwindung einfach oder mehrfach und nähern und entfernen wir einen Magneten der Drahtwindung, Fig. 15, so wird im Moment der Näherung und in dem der Entfernung ebenfalls eine

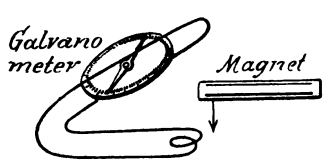


Fig. 15.

Ablenkung stattfinden. Dies findet auch statt, wenn wir die Drahtschleifen an einer Stelle auch weit von der Nadel entfernen, soweit, dass auf die Nadel kein directer Einfluss des Magneten stattfindet, wenn wir den Magneten an eine solche entferntere Stelle an dem geschlossenen Draht — Leiter — vorbeiführen. Wir sehen daraus, dass sich durch die Vorbeibewegung des Magneten zwei Ströme, die sich durch die Ablenkung der Magnetnadel kund geben, bilden, einer bei der Annäherung — würde der Magnet stehen bleiben, ginge die Magnetnadel auf ihre alte Stellung zurück — und einer bei der Entfernung.

Die eben besprochene Erscheinung tritt natürlich auch auf, wenn wir den Magneten ruhend annehmen, und die Drahtschleifen an demselben vorbeiführen — damit haben wir aber die Grundidee der dynamoelektrischen Maschine ausgesprochen. Die Wirkung derselben beruht auf der steten Vorbeiführung solcher Drahtschleifen, die einem geschlossenen Leitungssystem angehören, an Magneten resp. deren Polen. Unter Pol verstehen wir diejenigen Teile eines Magneten oder Elektromagneten, an welchen sich der Magnetismus am stärksten äussert, und das sind bei einem stabförmigen Magneten die Enden und bei einem Elektromagneten, die aus der Umwindung hervorstehenden Enden.

Bekanntlich kann man dem Stahl die bleibenden Eigenschaften des Magnetismus verleihen; bei der heutigen Konstruktion gelangen jedoch die viel kräftigeren Elektromagneten aus weichem Eisen zur Verwendung, deren Eisenkern solange magnetisch ist, als derselbe von einem Strome umflossen ist, den man durch einen eng um den Eisenkern gewickelten Draht — die Magnetbewickelung — schickt.

Eine dynamoelektrische Maschine besteht demnach aus einer Reihe von kreisförmig angeordneten Drahtwindungen, die vor den Polen eines Elektromagneten zum Zwecke der Induktion durch maschinelle Kraft vorbeigedreht werden. Damit entspricht die Dynamomaschine vollkommen einem Element, wir haben zwei Pole, welche hier durch die Bürsten, welche den Strom abnehmen, gebildet sind, durch Einführung des äusseren — geschlossenen Stromkreises, der Bäderleitung in unserem Falle, wird der Stromkreis der Ankerspulen geschlossen und die Maschine entwickelt Strom. Weiter hier einzugehen, kann nicht Aufgabe des vorliegenden Werkes sein, das Angeführte genügt, um das Verhalten der Maschinen für den Betrieb besprechen zu können.

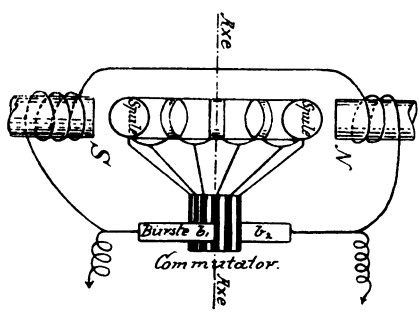


Fig. 16.

Betrachten wir nebenstehendes Schema einer dynamoelektrischen Maschine, so finden wir den sogen. Commutator oder Stromabgeber, von welchem durch die aufliegenden Bürsten b_1 und b_2 der Strom in die Leitung geht.

Für die Erregung des Magnetismus in den Elektromagneten, mit N und S bezeichnet, wird man gleich den Strom in der Maschine oder einen Theil desselben benützen, indem zum Anlaufen der Maschine der geringe verbleibende Rest von Magnetismus in dem

Eisenkern genügt. Für Maschinen für galvanische Zwecke benutzt man z. B. fast ausschliesslich sogenannte Nebenschlussmaschinen, d. h. wir zweigen von den Bürsten ausser der Hauptleitung eine zweite ab, in welcher die Elektromagnetwickelung liegt.

Ist nun der äussere Widerstand so gross, wie er der Konstruktion der Maschine zu Grunde gelegt wurde, so erhalten wir einen ganz bestimmten Theil des Stromes in den Nebenschluss, welcher dann durch die betreffende Magnetisirung die gewünschte Spannung hervorruft und entspricht diesem Verhältniss eine bestimmte Stromstärke A. Ist aber der äussere Widerstand grösser oder kleiner als angenommen, so ändern sich alle übrigen Grössen.

Nehmen wir an, der äussere Widerstand sei null, so wird der Widerstand des Nebenschluss dem gegenüber sehr gross in seiner Wirkung, es wird also ein äusserst geringer Theil des Stromes durch den Nebenschluss gehen, der grosse Rest jedoch durch die Hauptleitung, die ja dem Strome keinen Widerstand entgegensetzt, gehen. Mit dem verschwindenden Theil Strom, der in der Elektromagnetwicklung auftritt, wird aber nur ein entsprechend geringe Magnetisirung erzielt. Die Folge davon ist die Erzeugung eines verschwindend schwachen Stromes. Durch die Herabminderung des äusseren Widerstandes mindern wir also auch die von der Maschine erzeugte Spannung und auch die Stromstärke.

Erhöhen wir dagegen den äusseren Widerstand so wird der Stromantheil im Nebenschluss ein grösserer die Magnetisirung stärker, damit die Spannung und auch die Stromstärke, wir können aber nur wenig über

die angenommenen Grenzen hinaus, und dürfen dies auch nicht, weil die Wickelung nicht dafür berechnet, zu grossen Widerstand besitzt und sich die Wickelung der Maschine, besonders für die Isolirungen in gefahrdrohender Weise erhitzen müsste.

Erhalten wir bei einer solchen Maschine in der Leitung einen sogenannten Kurzschluss, indem z. B. durch ein Ungefähr die Leitungen in directe Berührung gelangen, die Bäder und damit deren Widerstände ausgeschlossen werden, so hat dies entgegen anderen Maschinen oder Accumulatoren keine Gefahr, weil sofort die Maschine aus den entwickelten Gründen stromlos würde.

Diese Verhältnisse sind für uns sehr nothwendig zu wissen, denn in den meisten Fällen wird unser Betrieb den äusseren Widerstand sehr beeinflussen, wir werden sehr oft durch halbgefüllte Bäder einen grösseren Widerstand haben, als auch denselben durch Ueberfüllung der Bäder unter das gewöhnliche Maas herabmindern.

Da wir nun, gleichgültig ob viel oder wenig im Bade hängt, einer nur in engen Grenzen veränderlichen Spannung zum Zersetzen der Bäder bedürfen, so muss man wieder durch Einschaltung geeigneter Nebenleitungen in der Hauptleitung, Widerstände, den Gesammtwiderstand auf gleicher Höhe erhalten können. Während man also bei Batterien den etwaigen Ueberschuss von der stets gleichmässig vorhandenen Spannung — elektromotorischer Kraft — durch solche W derstände aufnimmt, bedürfen wir der letzteren hier, um die nothwendigen Grössen für die Maschine aufrecht zu erhalten.

Der Hauptgrund in der Anwendung von Maschinen mit Nebenschluss liegt aber darin, dass durch die Po-

larisation der Bäder oder Akkumulatoren die Pole der Maschine nicht umgekehrt werden können, wenn sich z. B. die Akkumulatoren durch die Maschine entladen, doch gibt es hier einfache Hülfsmittel zur Verbindung, auf welche wir bei den Akkumulatoren zu sprechen kommen.

Das andere hier in Betracht zuziehende System ist das der Hauptstrommaschinen, hier bildet die Elektromagnetentwicklung einfach den ersten Theil der äusseren Leitung. Wird hier der äussere Widerstand kleiner, so wächst die Stromstärke, dadurch die Magnetisirung und damit V. Mit der Verkleinerung des äusseren Widerstandes wachsen also A und V rasch an, bei Kurzschluss sogar in gefahrbringender Weise für die Maschine. Umgekehrt nehmen die Grössen A und V bei wachsenden Widerständen ab. Wir müssen also auch hier, durch besondere Widerstände in der Hauptleitung die Verhältnisse innerhalb bestimmter Grenzen zu erhalten suchen.

3. Akkumulatoren.

Akkumulatoren sind eigentlich durch einen Maschinenstrom — Ladestrom — hergestellte Batterien. Wir zersetzen mittels des Stromes chemische Verbindungen (Wasserzersetzung-Oxydation von Bleiplatten durch den Sauerstoff, Reduction von Bleisulfat, durch den Wasserstoff) gewaltsam, die Zersetzungsresultate erscheinen an den Elektroden abgelagert. Diese Produkte haben das Bestreben sich wieder unter Stromentwickelung nachherige Desoxydation des gebildeten Bleisuperoxydes und Bildung von Bleisulfat) — entgegengesetzt verlaufender Entladestrom — zu vereinigen. Wenn also die Pole eines geladenen Akkumulators durch einen äussern Widerstand (Leitung und Bäder) vereinigt

werden, so wirken dieselben gleich einer Batterie, nach der Erschöpfung werden dieselben wieder geladen.

Die Akkumulatoren werden in unserer Technik Verwendung finden um Nachts arbeiten zu können, und sind daher für grössere galvanoplastische Anlagen von hohem Nutzen. Die Behandlung der Akkumulatoren erfordert besondere Sorgfalt und hat man sich bei etwaiger Anwendung über dieselben aus den betreffenden Specialwerken zu unterrichten.

Besonders ist beim Laden des Akkumulators darauf zu achten, dass durch ein Sinken des Ladestromes (schleifen z. B. des Antriebsriemen der Lademaschine) derselbe sich nicht rasch durch den Anker der Maschine entladen kann. Zu diesem Zwecke bringt man einen selbstthätigen Ausschalter in der Ladeleitung an. Die Leitung ist an einer Stelle unterbrochen und endigt in zwei Quecksilbernäpfen, geschlossen wird sie durch einen an einer Feder hängenden Bügel der unten einen Eisenstab trägt. Dieser taucht in eine Spirale ein, die aus der zweiten Leitung gewickelt ist. Man lässt die Lademaschine anlaufen und drückt den Bügel in die Quecksilbernäpfe nieder. Die Leitung ist geschlossen und die Maschine entwickelt Strom. Durch diesen wird der Eisenstab magnetisirt, und in der Spirale festgehalten.

Sinkt aber die Leistung der Maschine, so wird die Magnetisirung schwächer, die Feder zieht den Bügel in die Höhe und unterbricht die Leitung.

4. Thermosäulen.

Wir haben Eingangs gesagt, dass die Elektrizität als Nebenprodukt auftritt, bei der Erwärmung von Löthstellen passend zusammengesetzter Metalle.

Trotz des Wortes Nebenprodukt wären die Thermosäulen recht brauchbare Apparate für kleinen Strombedarf von einiger Spannung, wie z. B. für Vergoldung, wenn dieselben nicht durch die dauernde Erhitzung bald reparaturbedürftig würden. Zur Zeit sind wir daher leider nicht in der Lage, über die Thermosäulen uns verbreiten zu können.

C. Die elektrischen Grössen der Bäder.

Tabelle der Niederschlagsstärke und Gewichtes auf den qdm.

Metall und Bad	Ein ccm wiegt gr	1 gr. auf 1 qdm ist dick mm	1 mm dick wiegt gr	Gebräuchliche Stromdichte A	Ein A und Stunde giebt gr	1 mm Dicke braucht Stunden[1]	1 gr braucht Stunden[1]	In 1 Stunde erhält man gr[1]
Eisen	7	0.014	70	0.02	1.05	3333	47.6	0.02
Gold	19.0	0.005	190	0.1	2.445	776	4.1	0.24
Kupfer	8.5	0.012	85	—	1.18	—	—	—
saures Bad	8.5	0.012	85	0.1 bis 2.5	1.18	720 bis 29	8.5 bis 0.34	0.12 bis 3.0
alkalisch. Bad	8.5	0.012	85	0.4	1.18	180	2.1	0.47
Messing	8.5	0.012	85	0.5	1.2	142	1.7	0.6
Nickel	8.5	0.012.	85	0.3 bis 0.6	1.096	258 bis 129	3 bis 1.5	0.33 bis 0.66
Silber	10.5	0.009	105	0.3 bis 0.6	4.026	87 bis 43	0.8 bis 0.4	1.21 bis 2.42

[1]) Bei der betreffenden Stromdichte.

Ag 4.026 = 1.6 ...

Tabelle der Spannungsverhältnisse.

$$A = \frac{V - e}{O} \quad \text{oder} \quad A = \frac{V - (e + E)}{O}$$

Metall-Bad	Stromdichte A	Specifischer Widerstand O[1])	Zersetzungs-Widerstand u. Polarisation e	danach V	Scheinbarer Widerstand O	Gegenkraft E	danach V
Eisen	0.02	0.815	0.02	0.03[2])	1.5	—	—
Gold	0.1	5.05	0.42[3])	0.9	9.0	—	—
Kupfer	0.1	0.472	0.005	0.005	0.52	—	—
saures Bad	1.0	„	0.055	0.527	„	—	—
	2.5	„	0.14	1.32	„	—	—
Alk. Bad	0.4	2.11	2.9	3.7	8.6	Kupfer 2.5	6.2
	—	—	—	—	—	Zinn 2.4	6.1
	—	—	—	—	—	Eisen 1.8	5.5
	—	—	—	—	—	Blei 3.0	6.7
Messing	0.5	2.14	3.0	4.0	8.0	—	—
Nickel	0.3	3.0	2.3	3.2	10.7	1.0[4])	4.2
	0.6	„	2.6	4.4	7.3	2.0[4])	6.4
Silber	0.3	3.06	0.43	1.35	4.5	—	—
leichtes B.	0.6	„	1.84	3.68	6.1	—	—
schweres	0.3	1.354	0.24	0.65	2.2	—	—
Bad	0.6	„	0.40	1.2	2.0	—	—

Wir haben in der ersten Tabelle die nöthigen Zahlen angegeben, um sowohl die Zeit berechnen zu können, in welcher eine bestimmte Niederschlagsstärke oder ein bestimmtes Niederschlagsgewicht erzielt werden

[1]) Den Grössen liegt die Anodenentfernung von 1 dm zu Grunde. [2]) Für 5 cm Anodenentfernung. [3]) Bei bewegtem Bade 0.3. [4]) Für Nickel, Kupfer, Eisen, Zink.

kann, als auch umgekehrt angegeben, welche Niederschläge in einer bestimmten Zeit erzielt werden. Dabei ist auch zugleich die praktische Stromdichte eingesetzt worden. In der zweiten Tafel stehen die Widerstände, sowie die Grössen in V für den Zersetzungswiderstand und Polarisation, endlich die eventuell auftretende Gegenkraft in den Bädern, also alle Grössen der Gleichung $A = \frac{V-(e+E)}{O}$. Dabei wurde gefunden, dass die Polarisation etc. abhängig von der Stromdichte ist, und mit dieser zu- und abnimmt. Im Allgemeinen kann man die Veränderung als proportional der Stromdichte annehmen. Auch ist eine Rubrik für den scheinbaren Widerstand beigefügt. Wir besprechen nunmehr noch die einzelnen Bäder und erwähnen nochmals, dass diese Zahlen auf Grund eigens angestellter Versuche erhalten wurden, die Badtemperatur war durchgehends 20° C.

Die Benutzung der Zahlen ergiebt sich aus den vorhergehenden Kapiteln und erübrigen wenige Bemerkungen, vor allem diejenige, dass die Zahlen für praktische Verhältnisse nur Mittelwerthe sein können. Erstens verändern sich die Grössen durch die ungleiche chemische Zusammensetzung, zweitens aber sind die Widerstände nur gültig für eine bestimmte Entfernung der Anode von der Kathode, die in der Praxis selten genau eingehalten werden kann; allgemein ist 1 dm angenommen, was im allgemeinen nur für ebene oder nicht zu tiefe Reliefs gilt. Will man andere Entfernungen zur Anwendung bringen, so muss man unter Benutzung des veränderten Widerstandes die betreffende Spannung rechnen oder sich mit geringerer Stromdichte begnügen.

Der Niederschlag muss bekanntlich um so langsamer vor sich gehen, je stärker er werden soll und je glätter man denselben zu erhalten wünscht, er kann nur schneller erfolgen, je dünner der Niederschlag wird, je weniger es auf Glätte ankommt.

Eisen. Aus der Tabelle ergiebt sich, das für eine Stärke von 0,01 mm noch 33 Stunden erforderlich sind, dass man also beim „verstählen" wie man auch sagt, Geduld haben muss. Beim Verstählen von Platten nimmt man einen Anodenabstand von 5 cm.

Untersucht wurde ein Eisenbad, zusammengesetzt aus 30 gr Eisenvitriol, 30 gr Eisenalaun, 60 gr Salmiak. Das Bad enthält demnach 9,48 gr Eisen im Liter.

Gold. Die Zahlen für das Gold zeigen uns, dass wir für eine gute Vergoldung lange brauchen, für 0,01 mm noch 8 Stunden und dass man sich nicht zu fürchten hat, sich selbst durch längeres Vergolden zu schädigen.

Untersucht wurde ein Goldbad aus 3 gr Gold und 13 gr Cyankalium. Das Gold wurde als 6 gr Goldchlorid zugegeben. Zu bemerken ist noch, dass man beim Vergolden von Drähten die Stromdichte doppelt bis dreimal so hoch nimmt. (Siehe auch Messingbad).

Kupfer aus sauren Bädern niedergeschlagen zeigt in der Tabelle sehr verschiedene Zahlen, für die Herstellung von Kupferstichcopien, die vollkommen eben bleiben müssen, gilt die grosse Zahl von rund 30 Tagen für 1 mm; für Galvanoplastik, bei welcher die rauhe Niederschlagsseite nicht sichtbar wird, kann 29 Stunden gelten. Da man immer mit $^1/_4$ mm ausreichen wird, so würden 7 Stunden, mit dem Decken 10 Stunden genügen. Dabei darf aber der Gegenstand schon ziemlich eben sein, um

nicht zu dünne Stellen an den von der Anode entfernten Theilen zu erhalten.

Für saubere Cliché nimmt man 0,5—1 A, erhält also rund 0,5—1 gr in der Stunde und braucht für 0,1 mm 15 – 8 Stunden.

Für Verkupferung von Gypsfiguren, oder in allen Fällen, wo man auf einem unebenen körperlichen Gegenstand einen glatten und starken Niederschlag erhalten will, wendet man 0,3 A pro qdm an. Eine Figur z. B. von 5 dcm Höhe wird rund 25 qdm Oberfläche haben, man kann hier die Oberfläche als Quadrat der Höhe auffassen, was bei Büsten nicht angeht und wo man mit Maassstab und aufgezeichneten oder gedachten Trennungslinien, die Oberfläche bestimmen muss. Um auf diesen 25 qdm 500 gr niederzuschlagen, was einer Stärke von rund 0,2 mm entspricht, braucht man rund 50 Stunden = 2 Tagen.

Untersucht wurde ein Bad mit 180 gr Kupfervitriol und 60 gr Schwefelsäure von 66° B im Liter. Das Bad hat ein specifisches Gewicht von 1,14 und enthält rund 44 gr Kupfer. Den Widerstand fanden wir zu 0,472. Ein ebenfalls untersuchtes Kupferbad, nur aus einer concentrirten Kupfervitriollösung bestehend, ergab dafür 2,122, dagegen trat hier keine Polarisation auf. Man erkennt daraus den grossen Einfluss der freien Säure auf die Leitungsfähigkeit.

Kupfer aus alkalischen Bädern sollte, da es meistens einen vermittelnden Ueberzug für spätere Versilberung, Vernickelung bildet, nicht zu dünn niedergeschlagen werden, also bei der angegebenen Stromdichte mindestens zwei Stunden um die Dicke von rund 0,01 mm zu erhalten. Untersucht wurde ein Bad, enthaltend im

Liter 50 gr Kupfervitriol, mit Soda gefällt und 200 gr Cyankalium; also 12,75 Kupfer.

Im alkalischen Kupferbade werden Metalle verkupfert, welche zu Gegenstrom Anlass geben. Dieselben werden eben deshalb vor der Versilberung, Vernickelung etc. alkalisch verkupfert, weil trotz des Gegenstromes die Verkupferung gut fest haftend gelingt, was beim Silber- und theilweise Nickelbad nicht so sicher erreicht wird. Es wurde aus diesem Grunde die früher mit E bezeichnete und zu e zuzuzählende Gegenkraft bestimmt. Auch, wenn die Verkupferung schon vorgeschritten ist, soll man der Sicherheit wegen nicht mit der Spannung herunter gehen.

Messing. Vermessingt wird im allgemeinen äusserst dünn, man begnügt sich mit 0,3 gr auf den qdm, was in einer halben bis ganzen Stunde zu erreichen ist. Die Farbe ist wie beim Gold vom der Spannung abhängig, es ist also diese mehr als die Stromdichte massgebend. Deshalb hat man für einen ausreichenden Spannungsregulator vor den Messingbädern Sorge zu tragen.

Untersucht wurde ein Bad, enthaltend auf den Liter: 15 gr Kupfervitriol, 15 gr Zinkvitriol, beides mit Soda gefällt und gewaschen, 20 gr Soda, 20 gr Natriumsulfit und 20 gr Cyankalium. Es enthielt also 3,82 gr Kupfer und 3,4 gr Zink.

Nickel. Eine gute Gebrauchsvernickelung bedarf der Minimalstärke von 0,01 mm, dieselbe hat also 1,5 bis 3 Stunden zu dauern; ausgenommen sind natürlich Vernickelungen feiner Gegenstände, welche nur den leichtesten Auftrag erleiden können.

Untersucht wurde ein Bad folgender Zusammensetzung: 70 gr käufliches Nickelammoniumsulfat gleich

59,2 gr reinem Nickelammoniumsulfat, entsprechend 8,825 gr Nickel. Specifisches Gewicht des Bades: 1,04.

Silber. Bei der Versilberung entspricht einer gewöhnlichen Versilberung 1 gr auf den qdm, eine Gewichtsversilberung für Gebrauchsgeräth 4,5 bis 9 gr. pro qdcm. Das sind Stärken von 0,01 mm und 0,05—0,1 mm in runden Zahlen, das ist (je nach Stromstärke 0,3—0,6) erreicht für die gewöhnliche Versilberung in nur einer bis einer halben Stunde, für die leichtere Gewichtsversilberung in $3^1/_2$ bis $1^1/_2$ und für die starke in 7—$3^1/_2$ Stunden. Bei 0,6 A und Gewichtsversilberung muss aber das Bad gut bewegt sein und sollen nur ziemlich flache Gegenstände dem Process unterworfen werden, wir halten 0,3 des erzielten dichteren Silbers wegen besonders für starke Versilberung angezeigter.

Die Gebrauchsstärken für Tafelgeräth finden sich in allen Preiscouranten angegeben, unregelmässige Körper zeichnet man sich auf Millimeterpapier ab und zählt die qcm zusammen.

Untersucht wurden zwei Bäder, eines für leichte Versilberung. Und zwar mit 13,4 Cyansilber (= 10,8 Silber) und 20 gr Cyankaliums einerseits und mit 31 Cyansilber (= 25 gr Silber) und 50 gr Cyankalium andererseits. Specifisches Gewicht 0,208 und 1,05. Zu beachten sind hier wieder die verschiedenen Widerstände.

Auf Grund dieser Angaben lassen sich für jeden Bedarfsfall leicht berechnen die Grösse der Bäder und die erforderlichen Stromverhältnisse: Die Grösse der Bäder ergiebt sich aus der zu leistenden Arbeit, also aus der Menge im Bade befindlichen Waare, die Stromstärke aus der Schnelligkeit, mit welcher niedergeschlagen wird.

II. Theil.

A. Kurze chemische Bemerkungen.

Alle Arbeiten, welche man zum Zwecke der Herstellung eines Metallüberzuges auf galvanischem Wege ausführt, lassen sich theils auf physikalische, theils auf chemische Vorgänge zurückführen. Die letzteren beruhen entweder auf einer Verbindung, auf einer Vereinigung elementarer Körper oder Körpergruppen, oder auf einer Zersetzung, einer Trennung, mit anderen Worten einem Zerfall zusammengesetzter Körper in einfachere Verbindungen oder in elementare nicht mehr weiter zerlegbare Körper wie z. B. die Metalle. Wenn sich z. B. von der aus einer Silberplatte bestehenden Anode Silber im Cyansilberkalium-Bade auflöst, so ist dies eine chemische Verbindung; indem sich Silber mit dem im Bade freigewordenen Cyan zu Cyansilber verbindet. Wenn sich anders im Silberbad an der Kathode, also z. B. an einem mit dem negativen Pol in Verbindung stehenden Metallgegenstand, Silber aus dem Silberbad niederschlägt oder in einem Kupferbad Kupfer ausscheidet, so ist diess ein Zersetzungsprocess, indem sich elementare Körper, hier das Silber, dort das Kupfer, aus einer chemischen Verbindung dem Cyansilber bezüglich Cyankupfer ausscheiden.

Vorgänge letzterer Art, also chemische Zersetzungsprocesse, bei denen ein Metall ausgeschieden wird, sind es hauptsächlich, welche den Galvaniseur beschäftigen.

Während nun bei der chemischen Verbindung zweier oder mehrerer Körper Kräfte frei werden, so ist umgekehrt ein gewisser Kräfteaufwand nothwendig, um eine einmal vor sich gegangene chemische Verbindung, z. B. ein Metallsalz wie Kupfervitriol, Cyansilber, schwefelsaures Nickel etc. zu zersetzen, in ihre Bestandtheile wieder zu zerlegen. (Zersetzungs-Widerstand und Polarisation.)

Mit andern Worten: indem einerseits die mit einer gewissen Energie ausgestatteten elementaren Körper bei ihrer Verbindung einen Theil dieser Energie (in Form von Wärme etc.) abgeben, muss anderseits Energie aufgewendet werden, um den Zerfall einer Körpergruppe zu veranlassen und die Eigenexistenz der verbunden gewesenen Körper z. B. der Metalle zu ermöglichen.

Zur Einleitung dieser Zersetzungsprocesse bedient sich nun der Galvaniseur derjenigen Kraftwirkungen, welche wir Elektricität im Allgemeinen, hier im Besonderen aber den galvanischen Strom nennen.

Als Zersetzungsmaterial (Elektrolyt genannt) benutzt man hier geignete Metallsalzlösungen, welche wir bei den Bädern kennen lernen werden.

Es ist für rationelles Arbeiten geradezu eine Nothwendigkeit, dass sich der mit der Herstellung von Metallüberzügen auf galvanischem Wege beschäftigende Techniker ein allgemeines Bild von chemischen Vorgängen bilden kann. Er wird dann all' seinen Arbeiten, seinen Bädern und den dabei eintretenden Störungen ein ganz anderes Verständniss entgegenbringen können.

Man hat vor Allem zu bedenken, dass sich

chemische Verbindungen oder Zersetzungen durch Aneinanderlagerung oder Trennung der verschieden schweren kleinsten Theilchen der elementaren Stoffe vollziehen, und dass ebendesshalb chemische Processe stets nach ganz bestimmten Zahlen und Mengenverhältnissen vor sich gehen. Es ist daher jedes empirische Arbeiten, jeder unbegründete Ueberschuss von Material, jede Willkür zu vermeiden; man muss sich vor jeder Arbeit die Frage vorlegen: warum geschieht das? Nach welchen Zahlenverhältnissen geht dieser Process vor sich? Wieviel von diesem oder jenem Körper brauche ich, um die entsprechende Wirkung hervorzubringen? Will man sich z. B. Cyansilber herstellen durch Fällen einer Lösung von salpetersaurem Silber mit einer Cyankaliumlösung, so wird man nicht zu ersterer Lösung beliebig viel Cyankaliumlösung zusetzen, sondern man wird sich fragen, wie sind hier die Zahlenverhältnisse, nach denen diese Umsetzung vor sich geht und zwar vollständig erfolgt, und auf welche Weise ist eine Controlle dabei möglich.

Nun sagt uns die Chemie z. B., dass man für je 170 gr salpetersaures Silber 65 gr chemisches reines Cyankalium nöthig hat um alles Silber in Cyansilber umzuwandeln, so dass also weder Silber noch Cyankalium in der Lösung bleibt. Man erhält dann genau 134 gr Cyansilber als weissen unlöslichen Niederschlag.

Würde man weniger Cyankalium nehmen, so würde nicht alles Silber ausgefällt werden, es ginge beim Auswaschen des Niederschlags verloren; käme mehr Cyankalium hinzu, so würde erstens ein unnützer Ueberschuss an Cyankalium angewendet und zweitens auch ein Verlust an Silber nicht verhindert werden, da sich das ge-

bildete Cyansilber in überschüssigem Cyankalium löst und dann beim Auswaschen des Cyansilbers verloren geht. Da in diesem beispielsweise angeführten Falle chemisch reine Materialien gedacht sind, so wird man mit den angeführten Zahlen absolut richtig arbeiten bei Anwendung reiner Chemikalien. Anders verhält es sich natürlich bei unreinen Chemikalien, bei welchen man den Gehalt nicht genau kennt. Denn es ist klar, dass ein Cyankalium, welches nur 60 % reines Cyankalium z. B. enthält, ganz andere Zahlenverhältnisse erfordert. In dem oben angeführten Beispiel brauchten wir für 170 gr salpetersaures Silber, 65 gr chemisch reines Cyankalium; von einem 60% Cyankalium werden wir für dieselbe Menge Silber 108,3 gr anwenden müssen, um den gleichen Erfolg zu erreichen.

Hieraus ergibt sich, dass der Techniker eine gewisse Kenntniss von den zu seinen Arbeiten dienenden Chemikalien besitzen soll; er soll nicht nur über die Reinheit und den Gehalt der Handelsprodukte unterrichtet sein, sondern er soll auch wissen, aus was seine Chemikalien der Hauptsache nach bestehen. Kupfervitriol z. B. soll für ihn nicht nur ein blosser Name sein, sondern er soll damit eine gewisse Vorstellung verbinden und sich klar sein, wie dasselbe durch den galvanischen Strom zerlegt wird. Im Allgemeinen soll es ihm bekannt sein, welche Körper beständig sind und welche eine gewisse Zersetzung erleiden, sei es durch Einwirkung der Luft, durch den Strom oder durch Selbstentmischung. Der Techniker soll wissen, warum er ein bestimmtes Chemikal anwendet, wie dasselbe wirkt und auf welche Weise dasselbe zur Anwendung gelangen muss. Wir werden nun nicht, wie das üblich

ist, eine Zusammenstellung der gebräuchlichen Chemikalien geben, sondern wir ziehen es vor, an Ort und Stelle, d. h. wo eben von der Anwendung eines Körpers gehandelt wird, kurze Bemerkungen über das Verhalten und das Hauptsächlichste, worauf es ankommt zu geben und sehen von Angaben über die Herstellung dieser Präparate ab, da heut zu Tage wohl in keiner galvanoplastischen Anstalt Chemikalien bereitet werden dürften, indem dieselben aus chemischen Fabriken und durch den Handel besser und vortheilhafter bezogen werden können. Stets soll man die reinen Chemikalen bevorzugen.

B. Die Bäder.

Fast alle Metallsalzlösungen werden durch den galvanischen Strom unter Metallausscheidung zersetzt. Da es sich aber hier nicht um Metallniederschläge überhaupt, sondern um die Erzeugung von Metallniederschlägen in ganz bestimmter Form: in Gestalt eines dünnen Ueberzuges, einer festhaftenden, zusammenhängenden Metallschicht handelt, deren Erzeugung an eine gewisse Beschaffenheit der dazu angewandten Metallsalzlösungen gebunden ist, so ist die Kenntniss der erfahrungsgemäss richtig wirkenden Bäderflüssigkeiten sog. galvanischen Bäder von grösster Bedeutung.

Vor allem aber muss man sich darüber klar sein, dass ein galvanisches Bad kein stabiles, sich gleichbleibendes Medium ist, sondern, dass man in einem galvanischem Bade etwas sehr Veränderliches vor sich hat, dessen Zusammensetzung sich bei der Arbeit in jedem Augenblick ändert. Da aber für die gleichmässige Arbeitsleistung, für die Erzeugung eines gleichmässigen,

in einem bestimmten physikalischen Zustande befindlichen Metallniederschlages eine innerhalb gewisser Grenzen sich gleichbleibende Zusammensetzung Haupterforderniss ist, so ergiebt sich als Grundbedingung für richtiges und erfolgreiches Arbeiten: dass man vor allem die Zusammensetzung seiner Bäder genau kennen muss, dass man sich Rechenschaft über die Art der bei der Arbeit in den Bädern vor sich gehenden Veränderungen geben kann, dass man stets bedacht ist, diese Veränderungen in der Zusammensetzung zu kontroliren und zahlenmässig festzustellen oder fest stellen zu lassen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, durch geeignete Mittel die Bäder stets zu regeneriren, d. h. in der ursprünglichen Zusammensetzung zu erhalten. Durch Befolgung dieser Bedingungen wird sehr viel Zeit und Geld gespart und ein fortwährender Betrieb ohne Störungen gesichert. Wir werden auch bei der Einzelnbesprechung der Bäder diesen Punkten ein Hauptaugenmerk zuwenden und sind bestrebt gewesen, durch möglichst einfache und genau beschriebene Methoden dem Techniker selbst die Kontrolle seiner Bäder zu ermöglichen; denn nächst der Zusammensetzung bildet die Ueberwachung und Instanderhaltung der Bäder die wichtigste Arbeit des Betriebsleiters einer galvanischen Anstalt; je einfacher aber die Zusammensetzung, desto leichter diese Arbeit!

In sehr vielen Fällen, ja fast immer wird auf alle mögliche und unmögliche Weise an den Bädern herumlaborirt, obwohl dieselben ganz unschuldig an der eingetretenen Störung sind. Man bedenke, dass die Intensität der angewandten Kraftquelle, des galvanischen Stromes nicht gleichgiltig ist für die im Bade vor sich

gehenden Zersetzungen. Denn, während z. B. bei richtiger Stromstärke in einem aus schwefelsaurem Nickel und schwefelsaurem Ammoniak bestehenden Bade nur ersteres, das Nickelsulfat nämlich zersetzt wird, erstreckt sich die Wirkung des Stromes, wenn letzterer zu stark ist auch auf das schwefelsaure Ammoniak. Es treten andere Processe und damit Störungen auf. Auch ist ja nach der Stromstärke die Form, der physikalische Zustand, die Struktur der sich ausscheidenden Metalle eine verschiedene. Aus dem gleichen Bade erhält man je nach der Stromstärke ein sprödes Kupfer oder Nickel, ein weiches, biegsames, festhaftendes Metall oder nur ein schwarzes Metallpulver. So wird z. B. aus dem sauren Kupferbad das Kupfer in Form von Pulver ausgeschieden, wenn die Stromstärke so gross ist, dass mit dem Metall gleichzeitig Wasserstoffentwickelung auftritt, bei zu geringer Stromstärke erhält man das Kupfer in grobkrystallinischer Form, während hingegen das Metall als zäher, gediegener, feinkörniger Niederschlag erscheint, wenn die Stromstärke möglichst gross ist, jedoch noch keine Wasserstoffentwickelung eintritt. Wir bemerken noch, dass die Temperatur des Raumes in dem die Bäder stehen, nicht unter 20° Celsius (= 16° Reaumur) kommen soll, da sonst die Bäder schlecht und träge arbeiten. Es müssen deshalb im Winter die Lokale stets geheizt werden, wenn nöthig auch bei Nacht.

Ein Hauptaugenmerk verwende man auch auf die Reinhaltung der Bäder; jede mechanische Verunreinigung, ja nur Spuren fremder Körper, Staub u. dergl., rufen Störungen hervor und verschlechtern die Qualität des Niederschlages.

Wir bemerken, dass wir bei allen vorkommenden Angaben über die zu verwendenden Mengenverhältnisse uns der Gewichtsverhältnisse aus praktischen Gründen bedienen werden und nicht der Maassverhältnisse, ausgenommen beim Wasser und beim Gesammtinhalt eines Bades. Denn man kauft alles nach Gewichten; 10 Kilo Schwefelsäure erhält man überall genau, nicht aber 10 Liter.

Das galvanisch gefällte Metall ist seiner eigentlichen Natur nach immer krystallinisch, d. h., es scheiden sich fortwährend äusserst kleine Metalltheilchen in regelmässig geformter Struktur aus; dieselben legen sich dicht an einander, mischen sich durch einander und bilden auf diese Weise wie ein Filz, eine stark zusammenhängende Masse von grosser Festigkeit und Widerstandsfähigkeit. Die einzelnen Metalltheilchen sind aber von einander getrennt, woher auch das matte Aussehen der galvanischen Niederschläge kommt; erst durch Poliren wird eine grössere Homogenität erzielt. Je grösser die Zwischenräume zwischen den einzelnen Metalltheilchen sind, desto schlechter, d. h. brüchiger, ist der Niederschlag. Diess ist der Fall, wenn das Metall zu langsam ausfällt, (bei zu schwachem Strome) so dass grössere Krystalle sich bilden können. Fällt umgekehrt das Metall bei zu starkem Strom, zu schnell aus, so dass die Metalltheilchen gar keine Zeit finden, sich regelmässig auszubilden und sich an einander zu lagern, so entsteht nur ein pulverförmiger, schwammartig zusammenhängender Niederschlag ohne festeren Zusammenhang.

I. Alkalische Bäder, bei denen die Alkalinität entweder durch Cyankalium oder andere alkalisch reagirende Salze hervorgerufen wird.

a. Das Silberbad.

Salpetersaures Silber in 0,8 Thln. kaltem Wasser löslich.
Cyankalium sehr leicht löslich.

100 Thle. Silber entsprechen 157,4 Thln. Salpetersaurem Silber.
100 „ salpetersaures Silber enthalten 63,5 Metall-Silber.
100 „ salpetersaures Silber brauchen zur Umwandlung in Cyansilber = 38,25 reines Cyankalium.
100 „ salpetersaures Silber brauchen zur Umwandlung in lösliches Cyansilber-Cyankal. 76,5 reines Cyankalium
100 „ Silber sind gleich 124 Thle. Cyansilber.
100 „ Salpetersaures Silber = 78,8 Thle. Cyansilber.
100 „ Cyansilber enthalten 80,59 Silber.
100 „ Cyankalium entsprechen 106,1 kohlensaurem Kali.
100 „ kohlensaures Kali = 94,2 Cyankalium.
100 „ Cyanbaryum (wasserfrei) fällen 73 Thle. kohlensaures Kali aus,
100 „ kohlensaures Kali bedürfen zur Ausfällung 137 Thle. Cyanbaryum (wasserfrei) [$Ba(CN)_2$].
100 „ kohlensaures Kali geben bei der Ausfällung mit Cyanbaryum 94,2 Thle. Cyankalium.

1 Kilo 20,5 % Cyanbaryumlösung fällt 150 gr kohlensaures Kali aus, dadurch kommen 141,3 Cyankalium ins Bad, während 214,1 kohlensaurer Baryt ausfallen.

Von allen zur galvanischen Versilberung in Vorschlag gebrachten Silberverbindungen[1]) ist erfahrungsgemäss das Cyansilberbad, eine Lösung von Cyansilber in überschüssigem Cyankalium, das beste und heute wohl ausschliesslich angewandte. Als Resultat der Einwirkung des galvanischen Stromes auf eine solche

[1]) Jodsilber in Jodkalium, Chlorsilber oder Silberoxyd in Ammoniak (Elkington); Lösung von Siberoxyd oder Chlorsilber in unterschwefligsaurem und saurem schwefligsaurem Ammoniak u. a.

Cyansilber-Cyankaliumlösung, in welcher das im Wasser leicht lösliche Doppelsalz Cyansilber-Cyankalium nebst einer gewissen Menge freiem, d. h. nicht an Cyansilber gebundenen Cyankalium vorhanden ist, findet man, dass das Cyansilber[1]) in seine Bestandtheile nämlich in Silber und Cyan (134 Thle. Cyansilber enthalten 108 Thle. Silber und 26 Thle. Cyan) zerlegt wird; dabei lagert sich das Silber am negativen Pol, der mit dem zu versilbernden Gegenstande verbunden ist, ab, während sich das Cyan am positiven Pol, an der Anode ausscheidet und im Entstehungsmomente, falls die Anode von Silber ist, sich mit dem Silber zu Cyansilber verbindet, welch letzteres sich dann in dem im Bade vorhandenen Cyankalium auflöst.

Anmerkung.

Destillirtes Wasser. Das destillirte Wasser soll nicht nur chemisch sein, d. h. frei von gelösten Salzen, Kalksalzen etc. sein, sondern es soll, auf was besonders zu achten ist, auch mechanisch rein sein, also nicht, wie es manchmal bei destillirtem Wasser, welches als Condensationswasser von Dampfapparaten gewonnen wird, vorkommt, von Schmierölen herrührende fettige Theile enthalten. Letztere können zu misslichen Störungen Veranlassung geben.

Cyankalium. Im Handel existiren verschiedene Sorten „Cyankalium" von verschiedenen Reinheitsgraden und dementsprechenden Wert- und Preislagen. So hat man ein 30%, 60%, 80% etc. Cyankalium, also Produkte, welche nur 30%, 60% reines Cyankalium, daneben 70 und 40% z. B. fremde Salze wie cyansaures Kali, kohlensaures Kali etc. enthalten. Diese Salze sind aber für den Metalltechniker wenn dieselben ins Silberbad kommen nicht nur werthlos, sondern sogar sehr schädlich. Alle diese Produkte, welche zumeist sehr billig sind, kommen für den rationell arbeitenden

[1]) Dieser Prozess ist eigentlich ein secundärer, indem in der That zuerst das Cyankalium in das Metall-Kalium und in Cyan zersetzt wird, das Kalium aber sofort aus dem Cyansilber-Silber unter Bildung von Cyankalium ausscheidet.

Metalltechniker nicht in Betracht; man soll sich ausschliesslich des chemisch reinen 88—98% Cyankaliums bedienen; man arbeitet dabei am besten und sogar am billigsten, denn während 1 Kilo reinstes Cyankalium 5 Mk. kostet, kommt das Kilo reines Cyankalium bei Anwendung von z. B. 60% Produkt (von dem das Kilo allerdings nur 3.60 Mk. kostet) doch 5.97 Mk. da man ja davon um 1 Kilo reines Cyankalium zu haben, 1,66 Kilo braucht, ausserdem 0,66 Kilo fremde Salze ins Bad bringt.

Die Güte des Cyankaliums kaun man schon bis zu einem gewissen Grade durch das äussere Ansehen desselben erkennen. Während die billigen minderwerthigen Sorten (bis zu 90% Cyankalium) milchweisse undurchsichtige Stücke oder Stängelchen darstellen, erscheint das chemisch reine, hochprocentige Cyankalium in durchscheinenden, deutlich krystallinischen Massen. Wir möchten noch erwähnen, dass das Cyankalium ein sehr unbeständiges Salz ist, welches sich schon an der Luft, ja selbst in verschlossenen Gefässen langsam zersetzt in kohlensaures Kali, ameisensaures Kali und Ammoniak. Ein frisches, unzersetztes Produkt muss vollkommen trocken aussehen und darf nicht nach Ammoniak riechen. Ein feuchtes Cyankalium soll man nicht kaufen, überhaupt thut der Metalltechniker gut, nie mehr von diesem Produkt zu kaufen, als er eben gerade braucht. Sollte er etwas Vorrath haben, so ist dieser in gut verschlossenen Gefässen an einem trockenen Ort aufzubewahren. Das Cyankalium ist sehr leicht in Wasser löslich. Noch schneller als im trockenen Zustande zersetzt sich das Cyankalium in Lösung. (Siehe Veränderungen des Silberbades.) Beim Arbeiten mit Cyankalium oder cyankaliumhaltigen Flüssigkeiten ist stets grösste Vorsicht zu gebrauchen, da das Cyankalium zu den stärkst und schnellst wirkenden Giften gehört. Wir verweisen hierüber auf den letzten Abschnitt dieses Buches.

Salpetersaures Silber. (Silbernitrat.) Dieses Salz ist im Handel sehr rein zu erhalten; man wähle das krystallisirte, in farblosen durchscheinenden, meist weisslich bestäubten Krystallen erscheinende Salz. Das salpetersaure Silber enthält 63,5% Silber; es löst sich gut in gleichen Theilen destillirtem Wasser; mit Brunnenwasser giebt es eine milchigweisse Lösung, indem die in Brunnenwasser enthaltenen Chlorverbindungen unlösliches, weisses, am Licht zuerst grauviolett, dann schwarz werdendes Chlorsilber bilden.

Obwohl eine jede Flüssigkeit, welche Cyansilber-Cyankalium enthält, auch bei Gegenwart anderer Salze durch den galvanischen Strom unter Silberauscheidung zersetzt wird, so ist doch erfahrungsgemäss besonders bei ständigem Betriebe eine solche Lösung die beste, welche frei von anderen Salzen, Chloriden etc., nur reines Cyansilber-Cyankalium enthält, nebst einer gewissen Menge freien Cyankaliums.[1])

Das Vorhandensein einer gewissen Menge freien Cyankaliums im Silberbade, wozu wir dasjenige rechnen, welches nicht zur Bildung der Doppelverbindung Cyansilber-Cyankalium verwendet ist, ist unbedingt nöthig. Denn erstens vermehrt das Cyankalium als sehr guter Leiter des galvanischen Stromes die Leitungsfähigkeit des Bades, und zweitens ist ein Ueberschuss von Cyankalium erforderlich, um das auf der Silberanode durch Einwirkung des freigewordenen Cyan auf das Metall der Anode gebildete Cyansilber stets sofort aufzulösen. Ist in einem Bade zu wenig freies Cyankalium, so geht die Zersetzung des Cyansilber-Cyankaliums und damit die Silberausscheidung nur sehr langsam und unregelmässig vor sich. Umgekehrt ist aber auch ein „Zuviel" an freiem Cyankalium im Bad von Uebel, und haftet in diesem Falle der Niederschlag schlecht auf den zu versilbernden Gegenständen.

Da es von Vortheil ist, sich seine Bäder selbst zu bereiten, so geben wir nachstehende Ausführungen da-

---

[1]) Eine Ausnahme bildet das bei der Zersetzung des Cyankaliums sich bildende Ameisensaure Kali; dieses scheint nicht nur unschädlich für die Bäder, sondern es scheint gerade dieses Salz die Ursache des bessern Arbeitens älterer Bäder zu sein.

rüber; wir gehen dabei vom salpetersaurem Silber aus, da es bei den heutigen Produktionsverhältnissen für den Metalltechniker keinen Vortheil bietet, sich dieses Salz aus dem metallischen Silber selbst herzustellen, und überdies derselbe weder die zur vortheilhaften Darstellung von Chemikalien nöthigen Einrichtungen noch auch die dazu absolut nothwendizen Erfahrungen besitzt.

Darstellung des Silberbades. Wir geben als Beispiel, wie man am besten bei der Herstellung des Silberbads verfährt, die Darstellung eines Bades für gewöhnliche Versilberung.

Für starke Versilberung, sowie für Silbergalvanoplastik benutzt man Silber — und damit auch Cyankaliumreichere Lösungen; die Bereitung derselben ist dieselbe, nur ist das Mengenverhältniss ein anderes. Letzteres ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich, wobei die Zusammenstellung und die derselben entsprechenden Mengen der Materialien angegeben und für die Herstellung von je 100 Liter berechnet sind.

Zur Herstellung von 100 Liter Silberbad sind anzuwenden.

	gewöhnl. Versilbrg. leichte	schwere Versilbrg. m. Batterie	schwere Versilbrg. m. Masch.	Silbergalvanoplastik.
Salpetersaures Silber	1700	3400	4250	5510
Cyankalium z. Fällen von Cyansilber	650 / 2600	1300 / 5200	1625 / 6500	2106 / 8424
Cyankalium zum Lösen des Cyansilbers u. als Ueberschuss (freies Cyankalium)	1950	3900	4875	6318
Das Liter enthält dann Silber	10.8	21.6	27	35

Ein gutes Silberbad soll vollständig klar und schwach gelblich sein, die Dichte oder das specifische

Gewicht soll bei 15° C. höchstens 1,073—1,089 betragen.

Zur Herstellung des Silberbades sind an Chemikalien nothwendig: destillirtes Wasser, reines salpetersaures Silber (Silbernitrat) und chemisch reines Cyankalium. Gesetzt, man wollte 100 l gewöhnliches Silberbad herstellen, kann man nachfolgend verfahren:

Man löst 1700 gr salpetersaures Silber in destillirtem Wasser auf, am besten, indem man in einen circa 20 l fassenden Hafen von Steingut 10 l destillirtes Wasser giebt, dann das salpetersaure Silber und dann mit einem Glasstabe solange umrührt bis vollständige Lösung erfolgt ist und man mit dem Glasstabe keine Kryställchen mehr am Boden des Hafens fühlt. Andrerseits löst man auf gleiche Weise in einem kleineren Gefässe (am besten in einem ca. 6 l fassenden mit Ausguss versehenen Hafen von Steingut) 650 gr chemisch reines Cyankalium in ca. 5 l destilirtem Wasser auf. Nach erfolgter Lösung giesst man die Cyankaliumlösung langsam und unter beständigem Umrühren mit einem Glasstabe zur Silberlösung. Es entsteht nun durch Wechselzersetzung aus dem salpetersaurem Silber einerseits und dem Cyankalium anderseits ein weisser, unlöslicher Niederschlag von Cyansilber (der alles vorher in der Lösung befindliche Silber enthält) während in der Flüssigkeit Salpetersaures Kali enthalten ist. Ehe man nun durch Auswaschen dieses Salz wegschafft, muss man sich von der vollständigen Ausfällung des Silbers überzeugen.

Denn obwohl die angegebenen Mengen der Salze genau zur gegenseitigen vollständigen Zersetzung ausreichen, so kann doch, sei es durch ungenaues Wiegen,

sei es durch einen Mindergehalt des einen oder anderen Salzes ein kleiner Ueberschuss des einen oder anderen Salzes bleiben. Man nimmt eine kleine Probe der über dem Niederschlag im Hafen stehenden Flüssigkeit in ein Reagensglas und setzt einen Tropfen (nicht mehr) Cyankaliumlösung zu. Entsteht keine Veränderung, so ist die Fällung eine vollständige gewesen und es befindet sich kein Silber mehr in der Lösung. Entsteht noch eine geringe weisse Färbung, so setzt man dem Ganzen noch ein paar gr. Cyankalium zu und prüft dann wieder. Man hüte sich aber, mehr Cyankalium zuzusetzen, da sonst letzteres das gefällte Cyansilber lösen würde.

Ist nun die Fällung vollständig beendigt, so füllt man den Hafen voll mit gewöhnlichem Wasser, rührt gut um, lässt absetzen, was in längstens $^1/_2$ Stunde geschehen ist, zieht dann die Flüssigkeit am besten mit einem Heber, der zuerst mit Wasser gefüllt wurde (man vermeide wegen des möglichen Cyankaliumgehaltes der Flüssigkeit das übliche Ansaugen des Heber mit dem Munde) von dem Niederschlage ab, giesst wieder Wasser auf, rührt gut um, lässt gut absetzen, zieht wieder ab und so fort, bis man etwa 5 mal diese Operation vollzogen hat. Man ist dann sicher, die Salpeterlösung bis auf Spuren entfernt zu haben: Die Flüssigkeiten kann man natürlich als werthlos fortgiessen. Nachdem man zum letzten Male abgezogen hat, giebt man zu dem im Wasser vertheilten Niederschlage von unlöslichem Cyansilber, am besten gleich in Stücken, 1950 gr reines Cyankalium und rührt öfters um, bis vollständige Lösung erfolgt ist; denn das Cyansilber löst sich in Cyankalium zu einer Doppelverbindung: Cyansilber-Cyankalium auf;

dazu würden aber schon 650 gr Cyankalium genügen; wenn man keines Ueberschusses an freiem Cyankalium bedürfte.

Man filtrirt nun die Lösung in das Badgefäss, verdünnt mit destillirtem Wasser bis das Ganze den Raum von 100 l einnimmt (was man vorher durch Ausmessen oder mit Wasser bestimmt hat[1]) und mischt nun durch längeres Umrühren. Dieses Bad ist nun zum Gebrauche fertig. Die Kosten eines solchen Bades werden sich ohne Arbeit auf ca. 172 Mk. belaufen.

			M. Pf.
1.7 Ko	Salpeters. Silber (= 1080 gr Silber)	à K 90	M. = 153 —
2.6 Ko	Chem. reines Cyankalium	à K 5.20	M. = 13 50
110 Ko	Chem. reines Destillirtes Wasser	à % K 5	M. = 5 50
			172 —

Die Zusammensetzung des auf vorstehende Weise bereiteten Bades ist nachstehende: Im Liter desselben sind enthalten:

13,40	gr	Cyansilber (= 10,8 Silber)
6,50	„	Cyankalium an Cyansilber gebunden
13,00	„	Cyankalium frei in Lösung befindlich
987,18	„	Wasser.
1020,08	„	

Ausserdem befindet sich in diesem frisch bereitetem Bad per Liter ca. 1 gr kohlensaures Kali aus dem Cyankalium stammend.

Das spec. Gewicht eines so zusammengesetzten Bades beträgt bei 15° C. 1,0208—1,021. Ein Bad vor-

[1]) Man bezeichnet das Niveau mit einem Zeichen, dass man stets durch Zugabe von destillirtem Wasser die durch Wasserverdünstung stattfindende Concentration eliminiren kann.

stehender Zusammensetzung enthält auf 1 Theil metallisches Silber, welches in Cyansilber umgewandelt ist, 2 Theile Cyankalium und entspricht nachstehender chemischer Formel:

$$\underbrace{CNAg - CNKa}_{\text{Cyansilber} - \text{Cyankalium}} + \underbrace{2\,CNKa}_{\text{freies Cyankalium}}$$

Die angegebenen Zahlen für die Herstellung der Silberbäder sind als Mittelwerthe zu betrachten, welche sich als günstige Anfangszusammensetzung erfahrungsgemäss ergeben hat. Bei längerer Arbeit mit gleichen Stromdichten stellen sich die richtigen Verhältnisse von selbst her. Mit Zusätzen wird man stets vorsichtig sein und dazu nur schreiten, wenn man mit der Arbeit des Bades nicht zufrieden ist. Besonderes Gewicht ist darauf zu legen, dass die Anoden nach der Stromunterbrechung in circa 5 Minuten weiss werden, um durch Abfallen des grauen Ueberzuges (basisches Silbercyanid, Silbersuperoxyd) keine Silberverluste zu erhalten. Der aus diesem Silberbade entstehende Silberniederschlag ist matt, aber rein weiss und muss erst durch Poliren glänzend erhalten werden. Ein Zusatz von einer äusserst geringen Menge Schwefelkohlenstoff zum Silberbad soll eine glänzende Versilberung erzeugen. Dieses Verfahren ist unseren Erfahrungen nach so difficil und unzuverlässig, dass wir es nicht empfehlen können. Man läuft dadurch Gefahr bei einem klein wenig zuviel seine Bäder unbrauchbar zu machen, wenigstens zeitweise.

Alte Bäder. Neue, erst zusammengesetzte Bäder arbeiten von Anfang erfahrungsgemäss nicht so schön und gleichmässig, als etwas ältere sog. eingearbeitete Bäder. Es rührt diess jedenfalls daher, dass zum Ge-

lingen eines schönen Silberniederschlages, gleichviel aus welchen Gründen eine kleine Menge ameisensaures Kali und Ammoniak, Körper, welche wir als Zersetzungsprodukte des Cyankaliums kennen lernen werden, im Bade nothwendig ist. Denn die Praktiker helfen neuen Bädern dadurch, dass sie denselben entweder etwas altes Bad zufügen, oder dass sie das Silberbad längere Zeit, ein paar Stunden kochen, oder etwas Aetzammoniak zusetzen. Mit anderen Worten, dass sie in jedem Fall empirisch kleine Mengen der Zersetzungsprodukte des Cyankaliums in's neue Bad bringen. Denn solche sind in alten Bädern, solche entstehen durch Kochen der Lösung; diese Zersetzungsprodukte sind aber vor allem Ammoniak und ameisensaures Kali. Man wird ein sofort gut arbeitendes Bad erhalten, wenn man zu 100 Liter neuem Silberbad eine Lösung setzt von:

40 gr Salmiakgeist 0,96
200 „ ameisensaurem Kali
1000 „ destillirtem Wasser.

Veränderungen des Silberbades. Wäre das Cyankalium ein beständiger Körper, so würde das Silberbad, dessen Zusammensetzung wir vorstehend kennen gelernt haben immerfort gleichmässig funktioniren und in seiner Zusammensetzung keine Aenderung erleiden. Denn indem das Cyansilber durch den Strom, wie Eingangs erwähnt, in Silber und Cyan zersetzt wird, schlägt sich ersteres auf dem zu versilbernden Gegenstand (Kathode) nieder, während das Cyan im Momente des Freiwerdens sich mit nahezu einer gleichen Menge Silber von der Silber-Anode verbindet und das gebildete Cyansilber sich in dem im Bad vorhandenen Cyankalium auflöst; die ausserdem vorhandene nothwendige Menge

freien Cyankaliums bliebe unverändert. In Wirklichkeit aber verhält sich die Sache anders, da wir im Cyankalium einen sehr veränderlichen, sehr leicht in wässeriger Lösung fortwährend sich zersetzenden Körper haben. Es ist demnach die Veränderung des Silberbades hauptsächlich auf die Veränderungen des Cyankaliums zurückzuführen, wodurch nicht nur die Cyankaliummenge vermindert, sondern auch Zersetzungsproducte sich im Bade anhäufen, welche theilweise zu Störungen Veränderung geben. Betrachten wir kurz die im Bade hauptsächlich vor sich gehenden Zersetzungen des Cyankaliums.

1. Das Cyankalium wird fortwährend, besonders die auf der oberen Flüssigkeitsschicht befindlichen Theilchen durch die Kohlensäure der Luft in kohlensaures Kali und Blausäure zersetzt.

$$2\,KaCN + H_2O + CO_2 = Ka_2CO_3 + 2\,CNH.$$

100 Theile Cyankalium geben bei vollständiger Zersetzung 106,1 kohlensaures Kali.

2. Die wässerige Lösung des Cyankaliums zersetzt sich nach und nach in Ammoniak und ameisensaures Kali. Das ameisensaure Kali wird durch den Strom nach und nach in kohlensaures Kali verwandelt.

$$KaCN + 2\,H_2O = KaCHO_2 + NH_3.$$

100 Theile Cyankalium geben bei vollständiger Zersetzung 130 Theile ameisensaures Kali und 26 Theile Ammoniak unter Aufnahme der Elemente des Wassers.

3. Durch den Strom wird ein Theil des in wässriger Lösung befindlichen Cyankaliums (besonders bei starkem oder zu starken Strom) in Aetzkali, freies Cyan und Wasserstoffgas zersetzt. Das Aetzkali nimmt dann die Kohlensäure auf und verwandelt sich

in kohlensaures Kali. Abgesehen von noch anderen, hier nicht in Betracht kommenden Zersetzungsprodukten, (Paracyan, Cyanammon) bekommen wir also in das Bad:

1. Blausäure } bilden
2. Ammoniak } Cyanammonium
3. Ameisensaures Kali.
4. Cyan.
5. Aetzkali.
6. Kohlensaures Kali.

Da nun die Blausäure, das Ammoniak (Cyanammonium) das Cyan, einen nachweisbaren Schaden im Silberbad nicht verursachen, das Aetzkali durch die Kohlensäure der Luft und auch das ameisensaure Kali durch den Strom sich in kohlensaures Kali umwandeln, so können wir als Hauptprodukt der Cyankaliumzersetzung das kohlensaure Kali betrachten, und es hat die Erfahrung auch gezeigt, dass bei einem vermehrten Gehalt des Silberbades an kohlensaurem Kali (wenn die Menge des kohlensauren Kalis 5 gr per Liter übersteigt) gewisse Störungen eintreten, welche nach der Entfernung des kohlensauren Kalis aus dem Bad sofort wieder gehoben werden. An dem kohlensauren Kali haben wir daher einen Maasstab für die im Bade vor sich gehenden Zersetzungen, zugleich einen Werthmesser für die Güte eines Bades. Je weniger von diesem Salze im Bade enthalten ist, desto besser wird das Bad funktioniren. (Siehe Bestimmung des kohlensauren Kalis am Ende des Silberbades.) (Siehe Herstellung der ursprünglichen Zusammensetzung des Silberbades.)

Ausser den erwähnten Veränderungen des Silberbades in Folge der Cyankaliumzersetzung, findet eine

Veränderung der ursprünglichen Zusammensetzung noch dadurch statt, dass:

4. durch Wasserverdunstung an der Oberfläche die Concentration eine grössere wird.

5. Nicht ganz genau eben so viel Silber von der Silber Anode Silber gelöst wird als sich Silber ausscheidet, wenn unrichtige Stromverhältnisse obwalten.

6. durch die zu versilbernden Gegenstände Verunreinigungen (z. B. andere Metalle wie Kupfer, Zink etc.) in das Bad gelangen.

Diesen Veränderungen lässt sich in der später beschriebenen Weise abhelfen, und die Verunreinigung ist so unbedeutend, dass dadurch kein bemerkenswerther Nachtheil für das Bad oder die Arbeit entsteht.

Um das Gesagte deutlicher zu machen, führen wir ein Beispiel an, an dem deutlich die Veränderungen des Bades sichtbar sind:

Ein Bad hat folgende Zusammenstellung per Liter:

25 gr Silber als Cyansilber, 50 gr Cyankalium (davon 15 gr gebundenes und 25 gr freies Cyankalium).

Nachdem 2 Monate damit gearbeitet worden enthielt dasselbe per Liter:

32 gr Silber als Cyansilber, 25,62 gr Cyankalium (davon 19,4 gebunden und 6,2 frei) 13 gr kohlensaures Kali, ausserdem ameisensaures Kali und Amoniak.

Wir sehen, dass der Silbergehalt durch Wasserverdunstung also Concentration des Bades zugenommen, der Cyankaliumgehalt durch Zersetzung bedeutend abgenommen hat, und dafür eine bedeutende Menge kohlensaures und ameisensaures Kali, daneben eine entsprechende Menge Ammoniak ins Bad gekommen ist.

Die Gegenwart von mehr als 5 gr kohlensaurem Kali im Silberbad an bewirkt, dass der Silber-Niederschlag beim Poliren aufsteht, und zwar beginnt diese Erscheinung an scharfen Kanten. Bei zu starkem Strom dagegen werden die am negativen Pol befestigten Anoden grau und es entwickeln sich daran Gasblasen; auch wird dann das Bad gelb bis braun gefärbt, indem sich hierbei die Zersetzung nicht nur auf das Cyansilber-Cyankalium, sondern auch auf das freie Cyankalium erstreckt und dieses unter Bildung von Wasserstoffgas in Aetzkali und Cyan zersetzt wird. Letzteres bildet dann die dunkel gefärbten Produkte (Paracyan etc.)

Aehnliche Produkte (basisches Cyansilber, Silbersuperoxid etc.) sind auch Ursache, dass die versilberten Gegenstände nach dem Herausnehmen aus dem Bade gelb bis braun werden. Diess macht man leicht dadurch wieder gut, dass man die Gegenstände kurze Zeit in eine Cyankaliumlösung hängt oder in ein Silbsrbad ohne Strom und dann herausnimmt. Das Cyankalium löst dann diese basischen Cyansilberverbindungen etc., deren nähere Natur übrigens gar nicht gekannt ist, leicht auf. Ueberhaupt ist die Versilberung um so gleichmässiger, je gleichmässiger und schwächer der Srom ist.

Störungen in der Arbeit des Silberbades. Aus den vorhergehend beschriebenen Aenderungen des Silberbades, sowie aus besprochenen Ursachen ergeben sich die sog. Störungen der Bäder, über welche wir nachfolgend kurze Angaben zusammenfassen, richtige Stromverhältnisse vorausgesetzt.

I. Ein Bad arbeitet bei richtiger Zusammensetzung und richtigem Strom träge und langsam. — Zu niedere Temperatur des Bades.

II. Die Anode bedeckt sich mit einer grauen Kruste, die nach dem Aufhören des Stromes nicht verschwindet, das Bad arbeitet sehr langsam.	Das Bad enthält zu wenig Cyankalium.
III. Die Anode bleibt auch während der Stromentwickelung weiss.	Das Bad enthält zu viel Cyankalium oder zu wenig Silber.
IV. Der Silberniederschlag steht beim Poliren auf, besonders an den Rändern.	Das Bad enthält zu viel kohlensaures Kali.
V. Der Silberniederschlag geht zu rasch vor sich und ist rauh.	Das Bad ist durch Verdunstung zu concentrirt geworden.

Es ist klar, dass zwischen den angeführten Fällen natürlich mannigfache Combinationen herrschen können. Aber man wird daraus doch Anhaltspunkte erhalten können. Im Allgemeinen geben wir bei eintretenden Störungen folgende Regeln, welche zum ehesten den Störungen abhelfen, die richtigen Stromdichten vorausgesetzt.

Wiederherstellung eines nicht mehr gut arbeitenden Silberbades (Regeneration.)

Anmerkung. In manchen Büchern findet man die Angabe, dass man durch Zusatz von Blausäure das kohlensaure Kali in Cyankalium verwandeln kann. Dies ist unrichtig; die Blausäure ist nicht im Stande, die Kohlensäure aus einer Verbindung zu verdrängen; umgekehrt wird ja das Cyankalium durch Kohlensäure in Blausäure und kohlensaures Kali zersetzt.

I. Man überzeugt sich von der richtigen Temperatur des Bäderraumes, von der richtigen Temperatur des Bades.

II. Man bestimmt oder lässt im Bad die Menge des Silbers, des gebundenen und freien Cyankaliums und des kohlensauren Kali's bestimmen und giebt die aus der Analyse sich ergebende fehlende Menge reines Cyankalium zu. Am besten thut man dies aber gleichzeitig mit der Entfernung des kohlensauren Kalis, da man durch Regeneration des letzteren einen Theil des zersetzten Cyankaliums wiedergewinnt.

III. Entweder corrigirt man das Bad nach dem Ergebniss der Analyse, oder im Falle sich die Zusammensetzung als richtig ergiebt, überzeugt man sich von den etwaigen Störungen in den Stromverhältnissen.

Ist das Bad aber zu silberarm, so wird man eben die sich aus der Analyse ergebende fehlende Menge Silber in Form von gefälltem Cyansilber zusetzen, das man sich nach der bei „Bereitung des Silberbades" gegebenen Anleitung herstellt.

IV. Bei der Entfernung des kohlensauren Kalis aus dem Silberbade handelt es sich darum, dasselbe auszuscheiden, ohne dabei andere Körper ins Bad zu bringen. Das gelingt nur einzig und allein direkt dadurch, dass man eine Cyanverbindung in das Bad bringt, welche sich mit dem kohlensauren Kali in ein im Bade unlösliches, sich ausscheidendes kohlensaures Salz und in Cyankalium umsetzt. Die geeignetste Cyanverbindung ist das Cyanbaryum[1]). Cyanbaryum setzt sich mit

[1]) Cyanbaryum ist besser als Cyankalcium, da bei letzterem der gebildete kohlensaure Kalk im Bade nicht so unlöslich ist, wie der bei Anwendung des Cyanbaryums entstehende kohlensaure Baryt.

kohlensaurem Kali um: in kohlensauren Baryt und Cyankalium.

$$\begin{matrix} CN \\ CN \end{matrix}\!\!\diagdown\!\!\diagup Ba + \begin{matrix} Ka \\ Ka \end{matrix}\!\!\diagdown\!\!\diagup C\,O_3 =$$

Cyan-Baryum + kohlensaures Kali

$$=$$

$$\begin{matrix} CN - Ka \\ CN - Ka \end{matrix} + Ba = CO_3$$

Cyankalium + kohlensaurer Baryt.

Setzt man also zu dem Bade die dem kohlensauren Kali entsprechende Menge Cyanbaryum (auf 100 Thle. kohlensaures Kali braucht man 137 Thle. Cyanbaryum und erhält dadurch wieder 94,2 Thle. Cyankalium ins Bad, während sich 142 Thle. kohlensaures Baryt als weisser unlöslicher Niederschlag abscheiden) so scheidet sich kohlensaures Baryt ab, während man eine, dem vorhanden gewesenen kohlensauren Kali entsprechende Menge Cyankalium ins Bad bekommt.

Würde sich alles Cyankalium direkt in kohlensaures Kali zersetzen, so würde man, wie man leicht sieht, durch Zugabe von entsprechender Menge Cyanbaryum, mit anderen Worten durch Umwandlung des gebildeten kohlensauren Kalis in Cyankalium auf diese Weise die ursprünglich im Bade befindliche Menge Cyankaliums wieder bekommen. Das nun das kohlensaure Kali nur das Endprodukt der Cyankalizersetzung ist, ausserdem aber besonders ameisensaures Kali als Zwischenzersetzungsprodukt auftritt, so müsste man wollte man stets die ursprüngliche Zusammensetzung resp. den ursprünglichen Cyankaliumgehalt im Bade haben, auch noch etwas freies Cyankalium zusetzen.

Nach unseren Untersuchungen beträgt im Cyanbade die Menge der Zwischenzersetzungsprodukte des Cyankaliums ungefähr die Hälfte von der dem gebildeten kohlensauren Kali entsprechenden Menge. Wenn also in einem Bade sich z. B. 13 gr kohlensaures Kali per Liter befinden, welche durch Zersetzung von 12,24 gr Cyankalium entstanden sind, so darf man nach unseren Untersuchungen annehmen, dass ebensoviel Cyankalium (also 12,24 gr) anderweitig zersetzt wurde, welches in Form von circa 3 gr Ammoniak, 15,0 gr ameisensaures Kali im Bade befindlich ist, und durch die Regeneration mit Cyanbaryum nicht in Cyankalium umgewandelt werden kann, dass also im Ganzen nicht die dem gefundenen kohlensauren Kali entsprechende Menge Cyankalium, sondern die doppelte Menge also $2 \times 12{,}24 = 24{,}48$ Cyankalium zersetzt wurde, von der aber nur die Hälfte in Form von kohlensauren Kali im Bade sich befinden und durch Cyanbaryum in Cyankalium rückverwandelt werden können. Da man aber nicht die ursprüngliche Zusammensetzung des Bades herstellen, sondern das Bad auf der Zusammensetzung des gut eingearbeiteten Bades, in dem sich auf Kosten eines Theiles Cyankalium ameisensaures Kali gebildet hat, halten will, so genügt die Entfernung des kohlensauren Kalis mit Cyanbaryum, an dessen Stelle eine aequivalente Menge Cyankaliums tritt, vollständig. Das ameisensaure Kali scheint in gewisser Beziehung das Cyankalium vertreten zu können. Alles in Allem haben wir im Silberbade einen beständigen Kreislauf, nachdem das Bad einige Zeit gearbeitet hat. Das Cyankalium zersetzt sich in kohlensaures Kali und Blausäure einerseits, in ameisensaures Kali und Ammoniak anderseits. Indem das ameisensaure Kali durch den

Strom nach und nach ebenfalls in kohlensaures Kali sich verwandelt, wird auch dieses Zersetzungsprodukt durch die Regeneration mit Cyanbaryum wieder in Cyankalium zurückgeführt.

Gesetzt den Fall, ein Silberbad hätte ursprünglich 50 gr Gesammtcyankalium per Liter enthalten; nach 2 Monat Arbeit findet die Analyse 25,62 gr Cyankalium und 13 gr kohlensaures Kali per Liter Bad, ausserdem 15 gr ameisensaures Kali; geben wir zu dem Liter Bad 17,7 gr Cyanbaryum (oder 87,1 gr 20,5% Cyanbaryumlösung[1]) so erhalten wir durch Umsetzung 12,35 gr Cyankalium ins Bad, haben also dann 37,97 Gesammtcyankalium neben 15 gr ameisensaurem Kali.

Man bedient sich zur Regeneration des Silberbades zweckmässig einer Cyanbaryumlösung, welche in 1 Kilo Flüssigkeit 205,4 gr Cyanbaryum enthält. Ein Kilo dieser Lösung fällt genau 150 gr kohlensaures Kali aus, wodurch dann 141,3 gr Cyankalium gebildet werden, und 214,1 gr kohlensaures Baryt unlöslich niederfallen. Man wird nun bei rationeller Arbeit nicht warten bis das Bad nicht mehr geht, also z. B. 10—20 gr per Liter kohlensaures Kali enthält, sondern man wird alle 8—14 Tage seinem Bade die nöthige Menge Cyanbaryum zusetzen, damit sich im Bade keine grösseren Mengen kohlensaures Kali anhäufen. Mit anderen Worten, man wird suchen, die gebildete Menge kohlensaures Kali gleich wieder auf die rationellste Weise zu entfernen.

---

[1]) Solche Cyanbaryumlösung, die im Kilo 205 gr Cyanbaryum enthält und wovon das Kilo 150 gr kohlensaures Kali ausfällt, liefert die Firma Carl Buchner und Sohn in München zu dem Preise von 2 M. 50 Pfg. per Kilo. (% K 225 M.)

Wir geben eine kleine Tabelle zum Gebrauche des Cyanbaryums, wobei wir die Anwendung obiger 20,5% Cyanbaryumlösung voraussetzen. Wenn man auf solche Weise verfährt, also zuerst das kohlensaure Kali bestimmt, dann nach vorstehendem Verfahren regenerirt,

Im Liter Bad sind kohlensaures Kali	Für das Liter Silberbad müssen zugesetzt werden.	
	20,5% Cyanbaryum-Lösung.	Dadurch kommen per Liter ins Bad Cyankalium.
1	6.7	0.95
2	13.4	1.90
3	20.1	2.85
4	26.8	3.80
5	33.5	4.70
6	40.2	5.70
7	46.9	6.65
8	53.6	7.60
9	60.3	8.55
10	67.0	9.50
11	73.7	10.40
12	80.4	11.4
13	87.1	12.35
14	93.9	13.3
15	100.5	14.2
16	107.2	15.2
17	113.9	16.15
18	120.6	17.1
19	127.3	18.0
20	134.0	19.0

wird man wohl keinerlei Störungen, wenigstens von Seite der Badflüssigkeit erwarten dürfen.

Man hat bisher das Silberbad durch Zusatz von Kalkhydrat (gelöschter Kalk) und auch durch Zusatz von Barythydrat regenerirt. Aber abgesehen davon, dass das

Kalkhydrat sich sehr schwer löst (1 Thl. braucht 800 Thle. Wasser) und man in Folge dessen genöthigt, einen Ueberschuss von breiförmigem Kalkhydrat zuzugeben, kommt hier, wie für die Behandlung mit Aetzbaryt der Umstand in Betracht, dass dabei stets eine dem kohlensaurem Kali entsprechende Menge Aetzkali ins Bad kommt, was für das Bad nicht viel besser ist, als das kohlensaure Kali. Man muss dann dieses Aetzkali mittelst Blausäure in Cyankalium verwandeln, was immer, da man mit conc. Blausäure zu arbeiten genöthigt ist, eine missliche Sache ist. Auch hat man 2 Manipulationen, während bei der Cyanbaryumregeneration einfach die Lösung und die entsprechende Menge Cyankalium zusetzt.

V. Eine Concentration des Bades in Folge der bei grosser Oberfläche nicht unbedeutenden Wasserverdunstung, lässt sich leicht gleichzeitig mit der Entfernung des kohlensauren Kali's aus dem Bade abhelfen, sonst muss eben entsprechend verdünnt werden.

Ausserdem können eventuelle Störungen der Badflüssigkeit in der mangelhaften Vorbereitung der zu versilbernden Waaren liegen oder in der Verunreinigung des Bades durch Fett etc.

Analyse und Kontrolle der Silberbäder. Die Kontrolle der Zusammensetzung der Silberbäder, die zeitweise Untersuchung auf die darin enthaltenen Mengen von Silber, gebundenem und freiem Cyankalium und kohlensaurem Kali, ist bei einem rationellen Betriebe unumgänglich nothwendig. Die Kosten der Untersuchung sind so gering im Verhältniss des dadurch erhaltenen Gewinns, entspringend aus der Aufhebung der Störungen, dass dieselben nicht ins Gewicht fallen.

Ausserdem geben wir nachstehend Methoden, welche

bei einiger Geschicklichkeit auch von Laien ausgeführt werden können, und dabei in kurzer Zeit genaue Resultate liefern, sofern man sich genau an die von uns gegebenen Ausführungen und Zahlen hält.

1. Silberbestimmung. Man misst 10 cc Silberbad (am besten in einem Messcylinder) ab, gibt dieselben in ein Becherglas, setzt 20 cc destillirtes Wasser zu und 10 cc Schwefelammonium. Man schüttelt um, lässt dann ein wenig stehen, bis sich das gebildete Schwefelsilber gesetzt hat, und lässt dann, um zu sehen ob alles Silber ausgefällt ist, einige Tropfen Schwefelammonium an der Wandung des Glases in die Flüssigkeit laufen. Es darf dann keine schwarze Färbung oder Fällung mehr entstehen; wäre dies der Fall, so müsste man noch etwas Schwefelammonium zufügen. Im Uebrigen wird die oben angegebene Menge Schwefelammonium selbst bei sehr silberreichen Silberbädern zur vollständigen Fällung ausreichen. Man bestreicht nun den äusseren Rand des Becherglases mit etwas Talg, um zu verhüten, dass die Flüssigkeit beim Aufgiessen auf das Silber an der Aussenseite herabläuft und bringt das Ganze auf einen Filter mit der Vorsicht, dass man alle, auch die kleinsten Theilchen des schwarzen Schwefelsilbers auf das Filter bringt. Man spült mit destillirtem Wasser solange nach und entfernt mit einem Glasstab an dessen unteren Theil man ein kleines Stück Gummischlauch geschoben hat, die an den Wandungen des Glases haftenden Schwefelsilbertheilchen, bis das Glas ganz rein und man sicher ist, dass alles Schwefelsilber auf dem Filtrum ist. Man giesst dann solange Wasser auf, bis der Niederschlag (hier also das Schwefelsilber) vollkommen rein, von dem Cyankalium,

Schwefel-Ammonium etc., der Flüssigkeit befreit ist, was man daran kennt, wenn man einen abrinnenden Tropfen auf ein rothes Lakmuspapier[1]) fallen lässt; letzteres darf dann nicht gebläut werden, sondern muss roth bleiben. Man hat nun alles in den 10 cc vorhandene Silber als Schwefelsilber auf dem Filter. Man nimmt nun das ganze Filter sammt Inhalt, legt es in ein Becherglas und giesst 20 cc reine Salpetersäure (specifisches Gewicht 1,36) darauf; man setzt das Ganze auf ein Wasserbad und erwärmt bis vollständige Lösung stattgefunden hat und keine rothen Dämpfe mehr entweichen. Die vollständig stattgefundene Lösung des Schwefelsilbers kennt man daran, dass in der Flüssigkeit in welcher das Filter zertheilt herumschwimmt, keine schwarzen Schwefelsilbertheilchen mehr bemerkbar sind; das Filter genirt durchaus nicht die übrigen Operationen. Man lässt nun erkalten, gibt circa 50 cc Wasser zu und 5 cc Eisenalaunlösung (1:5) und lässt unter beständigem Umschütteln aus einer Bürette solange titrirte[2]) Rhodanammonlösung[3]) fliessen (tropfenweise), bis [es ist dies der Moment, wo alles Silber als unlösliches Silberrhodanid ausgefällt ist] ein Tropfen die Flüssigkeit in Folge der Bildung von Eisenrhodanid dauernd schwach röthlich färbt. Die verbrauchte Anzahl der Cubiccentimeter Rhodanlösung mit 1.08 multiplicirt gibt die Menge Silber in Gramm an, welche im Liter Silberbad enthalten ist.

---

[1]) Lakmuspapier: blaues Lakmuspapier wird von Säuren geröthet, rothes Lakmuspapier von Basen gebläut. [2]) titrirt = titriren (von Titre = Gehalt) also titriren = messen mit einer Lösung von bestimmten Gehalt. [3]) Diese Lösung muss so gestellt sein, dass dann 1 cc gleich 0,0108 Silber ausfällt.

Es hätten z. B. 10 cc Bad nach vorhergehender Ausfällung des Silbers mit Schwefelammonium, Lösen und Titriren, 17,7 cc Rhodanlösung bis zum Eintritt der rothen Färbung erfordert, so enthielt dieses Silberbad $1.08 \times 17.7 = 19.116$ gr Silber im Liter. Multiplicirt man die verbrauchten cc Rhodanlösung mit 1,34, so erhält man die im Liter Silberbade enthaltene Menge Cyansilber; im obigen Beispiel also $17.7 \times 1{,}34 = 23{,}71$ gr Cyansilber per Liter Bad.

2. Gebundenes [an Cyansilber gebundenes Cyankalium] Cyankalium. Dieses Cyankalium findet man durch Berechnung; denn da 134 gr Cyansilber 65 gr Cyankalium zur Lösung resp. Bildung der Doppelverbindung Cyansilber-Cyankalium erfordern, so lässt sich aus der oben gefundenen Silbermenge leicht das gebundene Cyankalium berechnen. Am einfachsten multiplicirt man die Anzahl der für 10 cc Bad gebrauchten cc Rhodanlösung mit 0,65, um die im Liter befindliche Menge gebundenes Cyankalium zu erhalten; im obigen Beispiel also $17.7 \times 0{,}65 = 11{,}5$ gr gebundenes Cyankalium.

3. Freies Cyankalium. Man misst 1 cc Silberbad genau ab, giebt denselben in ein Becherglas verdünnt mit ca. 200 cc Wasser, setzt ein paar Tropfen conc. Kochsalzlösung zu und giebt nun solange tropfenweise unter beständigem Umschütteln $^1/_{10}$ Normal-Silberlösung[1]) zu, bis die nach jedesmaligem Einfallen eines Tropfen Silberlösung entstehende weisse Trübung beim Umschütteln nicht mehr wie zuerst ver-

[1]) Eine Lösung, welche im Liter genau 10,8 gr Silber oder 17 gr Silbernitrat enthält.

schwindet, sondern auch beim Umschütteln stehen bleibt, so dass die Flüssigkeit nicht wie zuerst vollständig klar, sondern weisslich opalescirend erscheint. Die verbrauchten cc Silberlösung mit 13 multiplicirt geben die im Liter Bad befindliche Menge freien Cyankaliums, also des Cyankaliums, welches nothwendigerweise ausser der Verbindung Cyansilbercyankalium im Silberbade vorhanden sein muss. Wir hätten z. B. für 1 cc Bad bis zu eintretender Opalescirung 1,3 cc gebraucht von der Silberlösung, so hätten wir

$$1{,}3 \times 13 = 16{,}9 \text{ gr}$$

freies Cyankalium im Liter Silberbad.

4. Gesammt-Cyankalium. Die Menge des Gesammt-Cyankaliums, welches in einem Silberbade vorhanden ist, ergiebt sich durch Addition des nach 2 gefundenen gebundenen und des nach 3 bestimmten freien Cyankaliums.

5. Kohlensaures Kali. Dies bestimmt man am besten und genauesten nach folgender von uns stets angewandter Methede.

10 cc genau abgemessenes Silberbad werden in einem Becherglas mit 40 cc destillirtem Wasser verdünnt und dann mit 20 cc Barytnitratlösung (1 : 20) versetzt. Man schüttelt um, sieht zu, ob in der nach kurzem Absetzen über dem entstandenen kohlensauren Baryt stehenden klaren Flüssigkeit auf weiteren Zusatz der Barytlösung noch eine weisse Trübung entsteht, in welchem Falle man noch Barytlösung zur vollständigen Ausfällung zugeben muss. Man giebt nun mit der bei 1, angegebenen Vorsicht die trübe Flüssigkeit auf ein kleines Filter, wäscht mit destillirtem Wasser so lange nach bis ein abfallender Tropfen rothes Lak-

muspapier nicht mehr blau färbt, sondern unverändert lässt. Man lässt nun abtropfen und hat dann die, dem in 10 cc Bad befindlichen kohlensauren Kali entsprechende Menge unlöslichen kohlensauren Baryt auf dem Filter. Man giebt Filter sammt Inhalt in ein Becherglas, fügt 20 cc Normal-Salpetersäure mittelst einer Pipette genau gemessen hinzu und erwärmt ein wenig auf dem Wasserbad. Man fügt dann 5 Tropfen Methylorangelösung[1]) zu und setzt zu der nunmehr schwach gerötheten Flüssigkeit so lange aus einer Bürette unter beständigem Umschütteln Normal-Natronlösung, bis ein einfallender Tropfen die rothe Farbe der Flüssigkeit in gelb verwandelt.

Die verbrauchte Anzahl der cc Normalnatron von den zuerst angewandten 20 cc Normalsalpetersäure abgezogen, giebt die Menge Normalsalpetersäure an, welche genau zur Sättigung des kohlensauren Barytes nothwendig waren. Diese Anzahl cc verbrauchter Normalsalpetersäure mit 6,9 multiplicirt, geben die im Liter Bad enthaltene Menge kohlensauren Kalis in Grammen an.

Es wären z. B. 20 cc Salpetersäure angewandt, dann 18,9 cc Normalnatron gebraucht. Hiermit waren zur Lösung des aus 10 cc Bad erhaltenen kohlensauren Barytes $20 - 18{,}9\,cc = 1{,}1$ cc Normalsalpetersäure erforderlich; diese mit 6,9 multiplicirt, also $1{,}1 \times 6{,}9 = 7{,}5$ gr kohlensaures Kali im Liter Silberbad.

---

[1]) Methylorange (Dimethylanilin-Azobenzolsulfosäure, Orange III von Poirrier), wässrige Lösung 1 : 1000 gelb durch Alkali, purpurroth durch Mineralsäure.

Zur schnellen annähernden Bestimmung des kohlensauren Kalis im Silberbad bedienen wir uns nachstehenden Verfahrens. Man benöthigt dazu einer Lösung, welche genau 18,9 gr Barytnitrat im Liter enthält. Man nimmt einen Maasscylinder, misst genau 10 cc Silberbad ab und giebt 5 cc der Barytlösung hinzu, schüttelt gut um und giebt einen Theil der nun weissen, kohlensauren Baryt enthaltenden Flüssigkeit auf ein Filter; zu dem klaren Filtrat setzt man ein wenig Barytlösung und sieht zu, ob noch eine Trübung entsteht oder nicht. Entsteht keine Trübung, so sind weniger als 5 gr kohlensaures Kali im Silberbad per Liter enthalten. Entsteht jedoch noch eine Trübung, so sind die 5 cc Barytlösung nicht hinreichend gewesen zur Ausfällung des kohlensauren Kalis, es sind also mehr als 5 gr per Liter kohlensaures Kali im Bad enthalten; denn je 1 cc obiger Barytlösung entspricht bei Anwendung von 10 cc Bad 1 gr kohlensauren Kalis für 1 Liter Bad. Man wiederholt dann den Versuch in der Weise, dass man nochmals 10 cc Bad abmisst, nun aber 6 cc Barytlösung zusetzt, filtrirt und das Filtrat mit Barytlösung prüft, ob noch ein Niederschlag entsteht, oder ob die 6 cc ausgereicht haben, alles kohlensaure Kali auszufällen. Erhält man im Filtrat auf Zusatz der Barytlösung nur noch geringe Trübung, so wiederholt man nochmals den Versuch, und setzt zu 10 cc Bad jetzt 6,5 cc Barytlösung. Erfolgt nun auf Zusatz von Barytlösung zu dem Filtrat keine Trübung mehr, so enthält das Silberbad zwischen 6 und 6,5 gr kohlensaures Kali per Liter. Man sieht, dass man mit dieser Methode, welche in wenigstens 5 Minuten ausgeführt ist, annähernd genau 0,5 gr kohlensaures

Kali im Silberbad bestimmen kann. Ein Beispiel möge das Gesagte noch besser erläutern.

10 cc Silberbad wurden mit 5 cc Barytlösung versetzt, geschüttelt und filtrirt. Im Filtrat entstand auf Zusatz von Barytlösung ein weisser Niederschlag, die 5 cc Barytlösung waren also nicht ausreichend gewesen.

Es wurden nun 10 cc Bad mit 10 cc Barytlösung gemischt, filtrirt und Barytlösung zum Filtrat gesetzt. Das Filtrat war vollständig klar geblieben. Es musste also der kohlensaure Kaligehalt zwischen 5 und 10 gr per Liter liegen, da 5 cc Barytlösung zu wenig, 10 cc aber zu viel waren.

Es wurden nun 10 cc Bad mit 7 cc Barytlösung versetzt, filtrirt und mit Barytlösung geprüft. Es entstand jetzt nunmehr eine sehr geringe Trübung. Es wurden nun zu 10 cc Bad 8 cc Barytlösung gesetzt; das Filtrat blieb auf Zusatz von Barytlösung vollständig klar. Also liegt der Gehalt an kohlensauren Kali in diesem Bad zwischen 7 und 8 gr. per Liter.

Eine Controllbestimmung ergab 7,5 gr. kohlensaures Kali per Liter Silberbad. Man sieht also, diese Methode ist für die Praxis hinreichend genau.

Wiedergewinnung des Silbers oder Verwerthung alter Bäder oder Waschwasser. Wenn man nach den vorhergehenden Ausführungen arbeitet, so wird man wohl nie in die Lage kommen, ein altes oder unbrauchbares Bad zu bekommen, aus dem man das Silber ausscheiden müsste. Wäre aus irgend einer Ursache aber das Bad z. B. verunreinigt, ein anderes aus Versehen etc. zugeschüttet worden, so wird man am besten das Silber mit verdünnter Schwefelsäure als Cyansilber ausfällen. Es muss aber dabei sehr vor-

sichtig verfahren werden, da bei dieser Arbeit die so giftige Blausäure entweicht. Man muss im Freien diese Fällung vornehmen und verfährt am besten wie folgt:

Man gibt das Silberbad in ein passendes Gefäss, einen Hafen oder Bottich und setzt darüber einen grossen Trichter, in welchem man einen dicken Glasstab legt, sodass die Oeffnung desselben fasst ganz geschlossen ist.

Nun gibt man in dem Trichter concentrirte Schwefelsäure (man kann hierzu gut alte Säuren, alte Gelbbrenne benutzen), welche dann ganz langsam ins Bad tropft. Man rührt fleissig um und setzt das Schwefelsäure eintröpfeln so lange fort, bis in einer abfiltrirten Probe der Flüssigkeit auf weiteren Zusatz verdünnter Schwefelsäure keine Trübung mehr entsteht, also alles Silber als Cyansilber ausgeschieden ist. Man lässt dann absetzen, zieht die überstehende Flüssigkeit mit einem Heber ab (den man mit Wasser gefüllt und so in Thätigkeit gesetzt hat, aber nicht durch Ansaugen der blausäurehaltigen Flüssigkeit), giesst Wasser auf, rührt gut durch, zieht wieder ab, und so fort, bis das Cyansilber genügend ausgewaschen ist, was der Fall ist, wenn blaues Lakmuspapier nicht mehr von der Flüssigkeit geröthet wird. Das Cyansilber kann man dann auf einem Filter sammeln und in Cyankaliumlösungen wieder lösen.

Für verdünnte cyankaliumhaltige Silberlösungen, wie z. B. silberhaltige Waschwasser, empfehlen wir nachstehendes Verfahren:

Man setzt zu den Lösungen, die Cyansilber-Cyankalium enthalten, käufliches Schwefelammon oder Schwefelleberlösung, so lange eben noch ein schwarzer Niederschlag von Schwefelsilber entsteht. Das letztere sammelt

man und verkauft es an chemische Laboratorien. Silberhaltige Flüssigkeiten, welche kein Cyankalium enthalten, fällt man mit Salzsäure aus, solange diese noch eine Färbung hervorruft. Der Niederschlag ist Chlorsilber

b. Das Goldbad. Zur galvanischen Vergoldung benutzt man, wie bei der Versilberung, ein sogenanntes alkalisches Bad, eine Lösung von Cyangold im überschüssigen Cyankalium.

$$Au\ (CN)_3 + Ka\,CN + x\ Ka\,CN.$$

Die Einwirkung des galvanischen Stromes auf eine solche Lösung ist ganz analog derjenigen, welche der Strom auf das Cyansilber-Cyankalium ausübt; es wird nämlich das Cyangold in Cyan und Gold zersetzt; das Gold scheidet sich auf der Kathode, bezüglich den zu vergoldenden Gegenständen aus, während das freigewordene Cyan von der aus Gold bestehenden Anode eine entsprechende Menge Gold löst. Bei dieser Zersetzung zerfallen 100 Thle. Cyangold in 71.58 Thle. Gold, welches sich in Form eines äusserst dünnen Ueberzuges auf den Metallen niederschlägt und in 28,42 Cyan, welches wieder genau 71.58 Thle. Gold von der Gold-Anode zu lösen im Stande ist. Natürlich nur theoretisch eben diese genaue Menge; in der Praxis ergeben sich natürlich Verluste an Cyan, wodurch dann die Goldmenge, welche aufgelöst wird, etwas geringer ausfällt als die, welche niederfällt.

Darstellung des Goldbades. Zur Herstellung des Goldbades geht man nicht wie beim Silberbad von der Cyanverbindung direkt aus, sondern man nimmt Chlorgold,[1]) löst es auf, stumpft die geringe Spur etwa

[1]) Man kauft dasselbe am besten in verlässigen chem. Fabriken. Das krystallisirte gelbe Chlorgold enthält ca. die Hälfte seines Gewichtes also ca 50% Gold.

vorhandener Säure mit Salmiakgeist ab, und giebt die nöthige Menge reines Cyankalium zu. Es setzt sich dann das Chlorgold mit Cyankalium in Cyangold und Chlorkalium um; ersteres löst sich im Ueberschusse des vorhandenen Cyankaliums auf, letzteres bleibt im Bade gelöst und ist in der geringen Menge ohne Bedeutung für das Bad. Zur Herstellung von 10 l Goldbad verfährt man wie folgt:

Man löst 60 gr Goldchlorid (= 30 gr Gold) in circa 200 gr destillirten Wasser auf, setzt circa 20 gr Salmiakgeist zur Neutralisation etwa vorhandener freier Säure zu, (specifisches Gewicht 0,96 = 10% NH_3), dann etwa 800 gr destillirtes Wasser, in welchem man 130 gr chemisch reines Cyankalium [1]) aufgelöst hat. Man filtrirt nun diese Lösung, welche vollständig farblos geworden ist, in das zur Aufnahme des Bades bestimmte Gefäss und gibt dann so viel destillirtes Wasser zu, dass das Ganze das Volumen von 10 Litern einnimmt.

Eine solche Badflüssigkeit ist vollständig farblos und besitzt folgende Zusammensetzung per Liter:

Im Liter sind enthalten:

3 gr Gold (= 4,19 Cyangold)
0,99 „ Cyankalium an Cyangold gebunden,
9,04 „ „ frei im Bade.

Ausserdem noch 3,4 gr Chlorkalium, von der Zersetzung zwischen Chlorgold und Cyankalium herrührend.

Viele Praktiker kochen vor der Anwendung des Bades, dasselbe circa 1 Stunde lang. Es kann dies, wie wir schon beim Silberbade ausführten, keinen andern Zweck haben, als die Cyankaliumzersetzung einzuleiten,

[1]) Vom Cyankalium gilt das beim Silberbad Seite 67 gesagte.

und Zersetzungsprodukte, hauptsächlich ameisensaures Kali ins Bad zu bringen. Wir setzen per Liter 2 gr ameisensaures Kali zu und erhalten ein sofort gut gehendes Bad.

Der Goldniederschlag aus einem solchen Bad ist rein gelb. Man kann die Farbe nüanciren, entweder durch gleichzeitiges Niederschlagen von Silber oder Kupfer, oder durch Verstärkung oder Schwächung des Stromes.

Will man eine Vergoldung von sehr heller, mehr gelbgrüner Farbe erhalten, so gibt man dem Goldbade etwas Silberbad zu, d. h. eine Lösung von Cyansilber-Cyankalium, wodurch zugleich dann etwas Silber ausfällt und die gewünschte Farbe ertheilt. (Auf 1 Thl Silber sollen hier 3 Thle. Gold im Bade sein.)

Will man die Vergoldung von wärmerer, mehr rother Farbe, so gibt man etwas alkalisches Kupferbad zu.

Für dunklere Vergoldung werden die Gegenstände zuerst zweckmässig schwach verkupfert.

Eine Zusammensetzung, welche sogen. Rosavergoldung oder Neugold giebt, ist folgende:

1 Thl. Silberbad,
15 Thl. Kupferbad,
25 Thl. Goldbad.

Richtige Stromstärke ist zum Gelingen Bedingung. Bei zu schwachem Strome setzt sich nur Silber ab, bei zu starkem fällt im Gegensatz zu den anderen Metallen zu viel Kupfer aus.

Es ist hier zu bemerken, dass bei solchen Mischungen die Metalle in einem ganz anderen Verhältnisse ausfallen, als sie im Bade enthalten sind. So besteht der

gelbgrüne Goldniederschlag aus $^4/_6$ Gold und $^2/_6$ Silber, fällt aber aus einem Bade nieder, welches umgekehrt $^2/_6$ Gold und $^4/_6$ Silber enthält.

Die vorstehend beschriebene Goldlösung wird kalt angewendet. Viele ziehen die sogenannte warme Vergoldung vor, mit welcher man verschiedene Farbennüancen erzielen kann, und welche schneller und regelmässiger von statten geht. Man kann dazu auch das bereits besprochene Goldbad auf ca. 70 – 80° C. erwärmt anwenden. Ausserdem geben wir nachstehend Vorschriften zu Goldbädern auf warmem Wege.

I. Um 10 Liter Bad zu erhalten, mischt man eine Lösung von 600 gr phosphorsaurem Natron in 8 Liter destillirtem Wasser zu einer Lösung von 10 gr Goldchlorid im Liter destillirten Wasser.

Zu dieser Mischung giebt man nun bei Vergoldungen von Stahl ohne Vermittlung von Kupfer eine Lösung von 100 gr reinem schwefligsaurem Natron und 10 gr Cyankalium in 1 Liter destillirten Wasser, bei Vergoldungen auf Kupfer, Bronce oder Silber eine Lösung, in welcher 100 gr reines schwefligsaures Natron und 20 gr Cyankalium zum Liter gelöst sind. Das Bad wird auf ca. 70° C. erhitzt.

II.

Phosphorsaures Natron	400 gr
Reines schwefligsaures Natron	100 „
Doppelt kohlensaures Natron	50 „
Aetzkali	50 „
Cyankalium	25 „
Goldchlorid	15 „
Destillirtes Wasser	10 kg

Temperatur = 50—60° C.

III.

Gelbes Blutlaugensalz	300 gr
Reines kohlensaures Kali	100 „
Salmiak	40 „
Goldchlorid	20 „
Destillirtes Wasser	10 kg

Man löst die ersten 3 Salze zuerst heiss auf, filtrirt, fügt nach dem Erkalten das gelöste Goldchlorid zu und erhitzt nun wieder unter Ersetzung des verdampfenden Wassers eine halbe Stunde lang zum Sieden. Bei diesen warmen Bädern soll man die Gegenstände so viel als möglich in Bewegung erhalten, oder besser die Flüssigkeit gut bewegt halten, um eine gleichmässige Vergoldung zu erzielen, was nur der Fall ist, wenn die Zusammensetzung resp. der Goldgehalt in allen Schichten derselbe bleibt.

Bei Vergoldung mit heissen Bädern bedient man sich mit Vortheil statt einer löslichen Goldanode einer im Bade unlöslichen Anode (Platinblech oder Draht). Dadurch kann man drei verschiedene Färbungen erhalten; dieselbe wird blass, wenn das Platinblech kaum in das Bad eintaucht, gelb bei tieferem Einhängen, roth bei völligem Untertauchen. Es rührt das von der verschiedenen Lagerung der kleinsten Goldtheilchen bei stärkerem oder schwächerem Strome her, natürlich aber auch von der dünneren oder dickeren Schicht des erzeugten Goldniederschlages.

Bei Anwendung solcher unlöslicher Platinanoden ersetzt sich aber das Gold nicht wie bei Anwendung löslicher Goldanoden; man muss daher durch öfteres Zugeben von Goldchlorid und etwas Cyankalium das ausgefällte Gold ersetzen (s. Wiederherstellung der Goldbäder).

Die auf diese Weise erzeugten Niederschläge sind glänzend. Um matte Vergoldungen zu erzielen, giebt man den Gegenständen vor dem Einbringen ins Bad eine matte Oberfläche durch Decapiren, oder durch eine matte Versilberung, oder durch eine matte Verkupferung.

Veränderungen und Wiederherstellung (Regeneration) des Goldbades. Das Eingangs beschriebene Goldbad verdankt seine Veränderung, abgesehen von der durch stattfindende Wasserverdunstung bedingten Concentration und der Differenz zwischen dem ausfallenden und dem sich an der Anode wieder lösenden Golde, hauptsächlich der beständig stattfindenden Cyankaliumzersetzung, wodurch einerseits das Bad ärmer an Cyankalium wird, anderseits sich die Zersetzungsprodukte des letzteren im Bade anhäufen. Wir haben über diese Verhältnisse eingehend beim Silberbade gehandelt, wesshalb wir hier darauf verweisen, und bemerken, dass man hier ebenso wie dort sich des Cyanbariums zur Umwandlung des gebildeten kohlensauren Kali's in Cyankalium bedient. Bei Abnahme des Goldgehaltes setzt man eine entsprechende Menge Goldchloridlösung zu, am besten mit Salmiakgeist neutralisirt und mit dem gleichen Gewichte (des angewandten Goldchlorides) chemisch reinem Cyankalium versetzt, da ja, wenn man Goldchlorid in's Goldbad bringt durch Umsetzung zwischen Goldchlorid und Cyankalium in Cyangold und Chlorkalium

$$Au\,Cl_3 + 3\,Ka\,CN = Au\,(CN)_3 + 3\,Ka\,Cl$$

freies Cyankalium verbraucht wird.

Eine 3 gr Gold entsprechende Menge Goldchlorid (= 6 gr) braucht zur Ueberführung in Cyangold-Cyankalium $CN\,Ka - Au\,(CN)_3 = 3{,}96$ gr Cyankalium.

Bei Goldbädern ohne Goldanode hat natürlich dieser Goldersatz häufiger stattzufinden, als bei Anwendung von Goldanoden, wobei dieser Zusatz nur seltener nöthig ist.

Analyse des Goldbades Die zur Bädercontrolle von Zeit zu Zeit nothwendigen analytischen Bestimmungen bestehen in der Bestimmung des Goldgehaltes, des Gehaltes an freiem Cyankalium, an kohlensaurem Kali und in der Berechnung des gebundenen Cyankaliums.

1. Bestimmung des Goldes im Cyangold-Cyankaliumbad.

Zur Ausführung dieser Bestimmung sind verschiedene mehr oder weniger umständliche Methoden angegeben worden. Wir beschreiben diejenige Methode, welche wir seit einiger Zeit ausschliesslich und wie Controllversuche ergeben mit grosser Genauigkeit anwenden. Diese Methode gründet sich auf der Zersetzung des Cyangoldes durch concentrirte Schwefelsäure. Man verfährt wie folgt:

20 cc Goldbad werden in einer kleinen Porcellanschale mit 5 cc reiner concentrirter Schwefelsäure übergossen, dann unter einem Abzuge auf einem mit Asbest bedeckten Drahtnetze mittelst einer Spiritus- oder Gasflamme abgedampft bis die Schwefelsäure in starken dichten weissen Dämpfen zu verdampfen beginnt. Ein Spritzen findet bei kleiner Flamme und Asbestdrahtnetz nicht statt. Alles in der Probe befindliche Gold hat sich nun als braunes Pulver metallisch abgeschieden; man lässt erkalten, verdünnt mit Wasser, bringt das feine Pulver auf ein Filter, wäscht aus bis das ablaufende Wasser nicht mehr sauer reagirt und mit Chlorbaryum-

lösung keine Trübung mehr giebt, trocknet, glüht in einem gewogenen kleinen Porcellantiegelchen und wiegt. Das Gewicht des leeren Porcellantiegels abgezogen vom jetzigen Gesammtgewichte ergiebt die in 20 cc Bad enthaltene Goldmenge. Diese mit 50 multiplicirt giebt die im Liter Bad enthaltene Menge Gold. Seien z. B. in 20 cc Bad 0,061 Gold gefunden worden, so enthält dasselbe per Liter $0{,}061 \times 50 = 3{,}05$ gr Gold.

2. Das gebundene Cyankalium ergiebt sich aus der gefundenen Goldmenge, indem dasselbe $^1/_3$ des gefundenen Goldgehaltes beträgt. In obigem Falle, in dem im Liter Bad 3 gr Gold im Liter enthalten sind, beträgt die Menge Cyankalium, welche mit Cyangold zu Cyangold-Cyankalium verbunden ist, 1 gr

$$Au(CN)_3 - KaCN.$$

3. Das freie Cyankalium wird auf gleiche Weise bestimmt wie im Silberbade.

4. Das kohlensaure Kali bestimmt man auf dieselbe Weise wie beim Silberbad.

Verwerthung alter Goldbäder. Alte Goldbäder, welche man aus irgend einem Grunde verwerthen, d. h. den Goldgehalt wieder gewinnen will, übergiebt man am besten einem chemischen Laboratorium zur Goldausscheidung, da die Goldreduktion in Cyanbädern nicht so leicht geht, als z. B. in einer Goldchloridlösung, aus welcher man das Gold mittelst Eisenvitriollösung metallisch fällen kann. Man sammle aber immer eine grössere Menge alter Goldbäder an, dass sich die Ausscheidung auch lohnt. Denn wenn man ein paar l. Goldbad ausscheidet, in denen vielleicht 1 gr Gold enthalten ist, kostet die Arbeit und das Material mehr, als das erhaltene Gold werth ist.

Zur Gewinnung des Goldes aus alten Cyangoldbädern wenden wir seit längerer Zeit mit bestem Erfolge nachstehende einfache Methode an, welche wir allen anderen bisher bekanntgegebenen Methoden vorziehen: Diese Methode gründet sich wie die analytische Goldbestimmung in Cyangoldbädern (siehe Seite 101) auf die Zersetzung des Cyangoldes durch conc. Schwefelsäure. Man setzt zu dem Goldbade entweder im Freien oder unter einem Abzuge mit der nöthigen Vorsicht (da Blausäure gasförmig entweicht) solange Schwefelsäure, bis die Reaktion sauer geworden ist, d. h. bis die Flüssigkeit blaues Lakmuspapier roth färbt. Dann giebt man die Flüssigkeit in eine Porcellanschale und dampft ein, bis das Ganze einzutrocknen anfängt. Man giebt dann langsam und vorsichtig etwa $^1/_4$ des Volumens der vorhandenen Flüssigkeit concentrirte Schwefelsäure zu und erhitzt bis die Schwefelsäure in dicken weissen Nebeln zu verdampfen beginnt. Nun befindet sich alles Gold als braunes Pulver am Boden der Porcellanschale. Man lässt erkalten, verdünnt mit Wasser, wäscht aus, bis das abfliessende Wasser nicht mehr sauer reagirt, trocknet und hat dann alles im Bade befindliche Gold als reines Gold erhalten.

Man kann aber auch aus unbrauchbar gewordenen Goldbädern das Gold fast vollständig durch den galvanischen Strom niederschlagen. Zu dem Zwecke hängt man eine grosse etwa 40—50 cm lange und 8—10 cm breite Kupferplatte als Kathode in das Bad, wobei die Platte ganz untertauchen muss. Man reinigt die Kupferplatte öfters von ausgeschiedenem Gold (dieses ist meist von brauner oder gelber Farbe) und setzt die Platte so oft wieder ein, bis keine Goldausscheidung mehr wahrnehmbar ist.

c. Kupferbad (alkalisches). Zur Verkupferung von Metallen, welche von Schwefelsäure angegriffen werden, bedient man sich an Stelle des sauren Kupferbades des sogenannten alkalischen Kupferbades, eines, dem Silber- und Goldbade ähnlichen Cyanbades. Wie beim Silberbade das Cyansilber, so benützt man hier das Cyankupfer (Kupfercyanür, $(Cu_2(CN)_2)$, welches in überschüssigen Cyankalium gelöst, das einfachste und beste Kupferbad darstellt.

In einer solchen Lösung ist also, ganz analog wie bei den Silberbädern, eine Verbindung von Kupfercyanür mit Cyankalium, nebst überschüssigem Cyankalium in Wasser gelöst.

$$\underbrace{Cu_2(CN)_2 + 2\,KaCN}_{\text{Kupfercyanür-Cyankalium}} + \underbrace{x\,KaCN.}_{\text{freies Cyankalium.}}$$

Da diese Verbindung im Gegensatze zu den meisten blau oder grün gefärbten Kupferverbindungen farblos ist, so sind auch diese alkalischen Kupferbäder zum Unterschiede des blauen sauren Kupferbades, ungefärbt. Ein solches Bad, welches obige Kupfercyankalium-Verbindung enthält, erhielte man am einfachsten, wenn man Kupfercyanür in der nöthigen Menge Cyankaliumlösung auflöst.

Es ist aber dieses Kupfercyanür etwas theuer für die Praxis und man kann sich mit gleichem Erfolge auf billigere Art eine geeignete Kupfercyanür-Cyankaliumlösung herstellen. Man setzt entweder Kupfervitriollösung zu Cyankaliumlösung oder man fällt zuerst aus Kupfervitriollösung mittelst Soda kohlensaures Kupfer, oder löst gleich käufliches kohlensaures Kupfer in Cyankaliumlösung auf. In beiden Fällen hat man dann

neben dem Kupfercyanürcyankalium noch andere Salze, im ersten Falle schwefelsaures Kali, in den beiden letzten Fällen kohlensaures Kali im Bad, welche Salze aber in der verhältnissmässig kleinen Menge nicht schädlich sind. Statt Kupfervitriol kann man mit Vortheil auch das essigsaure Kupfer anwenden, in welchem Falle man dann essigsaures Kali in's Bad bekömmt, welches auch keinerlei Störungen hervorruft.

Herstellung des Kupferbades. Nach dem Gesagten können folgende Vorschriften gute Kupferbäder geben:

Man löst 500 gr Kupfervitriol oder 400 gr essigsaures Kupferoxyd in 5 Liter destillirten Wasser, setzt dieser Lösung eine solche von 800 gr reinem Cyankalium in 3 Liter Wasser zu, filtrirt und bringt das Filtrat auf das Volumen von 10 Liter.

Diese Lösung enthält dann im Liter 12,75 gr Kupfer.

Oder: Man löst das aus 500 gr Kupfervitriol mittelst 180 gr Soda gefällte und ausgewaschene kohlensaure Kupfer, oder gleich 200 gr käufl. kohlensaures Kupfer, oder 200 gr käufl. Kupfercyanür in einer Lösung von 800 gr reinem Cyankalium in 4 Liter Wasser, filtrirt und bringt das Filtrat auf das Volumen von 10 Litern.

Diese Lösung enthält 12,75 gr Kupfer im Liter.

Die Herstellung dieser Bäder muss, da Cyan entweicht, unter einem Abzug oder im Freien geschehen.

Bei dieser Art der Herstellung von Kupferbädern, welche besonders früher ausschliesslich gebräuchlich war, erleidet man einen Verlust an Cyan (und zwar $^1/_3$ des verwendeten Cyankaliums), da beim Zusammentreffen von Kupferoxydsalzen (Kupfervitriol etc.) mit

Cyankalium, ein Theil freies Cyan gasförmig entweicht, indem das anfangs gebildete Kupfercyanid in Kupfercyanür und Cyan zerfällt. ($2\,Cu(CN)_2 = Cu_2(CN)_2 + 2\,CN$.)

$$\underbrace{2\,CuSO_4}_{\text{Kupfervitriol}} + \underbrace{6\,KaCN}_{\text{Cyankalium-}} =$$

$$\underbrace{Cu_2(CN)_2 . 2\,KaCN}_{\text{Kupfercyanürcyankalium}} + \underbrace{2\,CN}_{\text{Cyan}} + \underbrace{Ka_2SO_4}_{\text{schwefelsaures Kali.}}$$

Um diesen Cyanverlust, der wie oben bereits erwähnt, $^1/_3$ des Gewichts des angewandten Cyankaliums beträgt, zu vermeiden, setzt man zu den Lösungen Ammoniak und schwefligsaures Natron, wodurch dann bei Einwirkung des Kupfervitriols auf Cyankalium das freiwerdende Cyan in Cyanammonium (welches die Stelle des Cyankaliums vertritt) und das schwefligsaure Natron in schwefelsaures Natron umgewandelt wird.

Cyan schwefligsaures Natron Wasser Ammoniak

$$2\,CN + Na_2SO_3 + H_2O + {}_2NH_3 =$$

$$2\,NH_4CN + Na_2SO_4$$

Cyanammonium schwefelsaures Natron.

Auf der Benützung dieser Thatsachen beruhen folgende Vorschriften von Roseleur, welche sehr gute Resultate ergeben und heute allgemein angewendet sind.

Anmerkung.

Es sind auch verschiedene Vorschriften von alkalischen Kupferbädern ohne Cyankalium angegeben worden, von denen wir zwei Vorschriften mittheilen.

I.			II.		
Wasser	10	Kilo	Wasser	10	Kilo
Kupfervitriol	350	gr	Kupfervitriol	250	gr
Seignette Salz	1500	„	Oxalsäure	530	„
Aetznatron	800	„	Salmiakgeist	500	„

Kupferbäder auf kaltem und warmen Wege.	kalt		warm		
	für Eisen und Stahl.	für Zinn, Gusseisen und grosse Zinkgegenstände.	für Eisen und Stahl	für kleinere Zink-Gegenstände, welche sich in e. Durchschlag befinden.	
Essigsaures Kupferoxyd neutrales	1900	1400	2000	1800	Diese
Salmiakgeist (sp. G. 0,96).	1400	800	1200	600	Bäder enthalten 4,5 bis 6,3 gr Kupfer per Liter.
Krystallisirte Soda . . .	4000	—	2000	—	
Reines schwefligsaures Natron	2000	1200	800	400	
Cyankalium, reines . . .	2000	2000	2800	2800	
Destillirtes Wasser. . .	100 Ko	100 Ko	100 Ko	100 Ko	

Bei Herstellung dieser Bäder verfährt man so, dass man das essigsaure Kupferoxyd in 20 kg destillirtem Wasser auflöst und dieser Lösung dann die angegebene Menge Salmiakgeist zusetzt. Anderseits löst man die Soda, das schwefligsaure Natron und das Cyankalium in 80 kg Wasser auf. Beide Lösungen werden gemischt und dann in das zur Aufnahme des Bades bestimmte Gefäss filtrirt. Diese erhaltene Lösung ist vollständig farblos. Die Kupferbäder, welche bei der Anwendung erwärmt werden, decken rascher als die auf kaltem Wege.

Der Process, der bei der Zersetzung des Kupferbades durch den Strom vor sich geht, ist analog demjenigen beim Silber- oder Goldbad, überhaupt bei den Cyanbädern. Das Kupfercyanür wird durch den Strom in Kupfer, welches sich an der Kathode ausscheidet, und

in Cyan, welches an der Kupferanode wieder Kupfer löst, zersetzt.

$$Cu_2(CN)_2 + \text{Strom} =$$
$$2\,Cu + 2\,(CN);\ \text{Kupferanode} + 2(CN) = Cu_2(CN)_2$$

Es ist aber auch hier in der Wirklichkeit die ausfallende Menge Kupfer nicht gleich der an der Anode zur Lösung gelangenden, indem auch hier Cyanverluste stattfinden, d. h. indem auch hier nicht alles Cyan zur Lösung von Kupfer verwendet wird, sondern durch Umlagerung seiner kleinsten Theilchen, unter Wasseraufnahme etc., andere Produkte bildet (Paracyan etc.).

Veränderung und Wiederherstellung des Kupferbades. Die Veränderungen des alkalischen Kupferbades sind im Uebrigen denjenigen der anderen Cyanbäder gleich; auch hier tritt Cyankaliumzersetzung ein und kommen die Zersetzungsprodukte desselben, vornehmlich kohlensaures Kali, ameisensaures Kali und Ammoniak in's Bad.

Während man auch hier in Bädern, welche frei von schwefelsauren Salzen sind, das kohlensaure Kali durch Cyanbaryum (siehe Silberbad) wieder in Cyankalium zurückverwandeln kann, indem man allwöchentlich etwas Cyanbaryumlösung[1]) zusetzt (mehr oder weniger, ob eben viel oder weniger gearbeitet wird) und so den Cyankaliumverlust wieder ersetzt, hat man auch den durch die Differenz zwischen dem gefällten

[1]) In den Bädern, welche schwefelsaure Salze enthalten, wird durch Cyanbaryum zuerst das schwefelsaure, dann erst das kohlensaure Salz zersetzt. Man kann also mit Cyanbaryum auch das zuviel von Schwefelsaurem Kali ganz oder theilweise entfernen, und erhält dann Cyankalium und unlöslichen schwefelsauren Baryt.

und dem sich an den Anoden lösenden Kupfer auszugleichen; dies geschieht am rationellsten durch Zusatz einer concentrirten Lösung von Kupfercyanürcyankalium nach Maassgabe der durch die Analyse ermittelten Kupfermenge. Man löst zu diesem Zwecke am besten 200 gr käufl. Kupfercyanür in einer Lösung von 300 gr reinem Cyankalium in 500 gr Wasser. Diese Lösung enthält 68 % Kupfer. Den üblichen Zusatz von Kupfervitriol, essigsauren Kupfer etc. möchten wir vermeiden, da dadurch nach und nach zu viel fremde Salze, schwefelsaures, essigsaures Kali in's Bad kommen, welche schliesslich sich in einer den Gang des Bades störenden Menge anhäufen[1]) und das Bad gänzlich unbrauchbar machen. Giebt man jedoch als Ersatz für das Kupfer Cyankupfer-Cyankalium zu, und regenerirt mit Cyanbaryum in der beim Silberbad ausführlich angegebenen Weise, so wird man immerfort mit demselben Bade arbeiten können.

Wir bemerken noch, dass das alkalische Kupferbad farblos ist und bleiben soll. Wird es blau, so ist das ein Zeichen, dass zu wenig Cyankalium vorhanden ist; man giebt dann langsam Cyankaliumlösung zu, bis eben Entfärbung stattfindet.

Analyse des alkalischen Kupferbades. 1. Bestimmung des Kupfers. 10 ccm des Bades giebt man in ein Porcellanschälchen, fügt 10 ccm reine Salzsäure (1,124) zu und dampft unter einem Abzug unter Vermeidung eines Verlustes durch Spritzen etc. bis fast

---

[1]) Das schwefelsaure Kali kann man durch Zusatz von Cyanbaryums allerdings (siehe oben) entfernen, aber besser bringt man dasselbe gar nicht mehr ins Bad.

zur Trockene. Dem grünbraunen Rückstand fügt man nach dem Erkalten 2 Tropfen Salzsäure zu, löst in wenig destillirtem Wasser, bringt in einem 100 ccm Kölbchen mit destillirtem Wasser auf 100 cc. und verfährt weiter wie bei der Analyse des sauren Kupferbades angegeben werden wird.

1. Bestimmung des gebundenen Cyankaliums. Das gebundene Cyankalium, d. h. dasjenige, welches mit Cyankupfer zu Cyankupfer-Cyankalium verbunden ist, $Cu_2(CN)_2 . 2KaCN$ berechnet man aus der gefundenen Menge Kupfer; auf 100 Theile Kupfer bringt man 102 Theile Cyankalium in Rechnung.

2. Bestimmung des freien Cyankaliums, etc. Siehe Silberbad.

3. Bestimmung des kohlensauren Kalis geschieht wie beim Silberbade.

d. Messingbad. Giebt man zu dem alkalischen Kupferbade eine entsprechende Menge Cyanzink-Cyankalium ($Zn(CN)_2 + 2KaCN$), so fallen je nach dem Verhältnisse des im Bade vorhandenen Kupfers und Zinks und je nach dem Verhältnisse der Stromstärke verschiedene Kupferzinklegirungen (Messing) nieder. Diese Bäder sind sehr wenig genau bisher studirt worden, und liegt eine Hauptschwierigkeit darin, dass der Strom die Kupferverbindung viel leichter, die Zinkverbindung dagegen viel schwieriger zersetzt, so dass also bei stärkerem Strome mehr Zink, bei schwächerem Strome weniger Zink, dagegen mehr Kupfer sich niederschlägt. Ausser den Stromverhältnissen liegt eine Hauptschwierigkeit auch in der Erhaltung der gleichen Zusammensetzung der Bäder, besonderes im wechselseitigen Verhältnisse der Kupfermenge zur Zinkmenge, wovon

natürlich auch die Gleichmässigkeit in der Farbe und damit die Zusammensetzung des Messingüberzuges abhängt. Als Anode benützt man eine Messinganode oder eine Kupfer- und eine Zinkplatte.

Darstellung der Messingbäder. Messingbäder werden sehr verschieden zusammengesetzt; durch Lösen von kohlensaurem Zink und kohlensaurem Kupfer oder von Cyankupfer und Cyanzink in Cyankaliumlösung, durch Mischen von Kupfervitriol und Zinkvitriollösungen mit Cyankaliumlösung etc. Wir geben nachstehend einige als die besten erkannten Zusammensetzungen und bemerken, dass die Zugabe des schwefligsauren Natrons aus den beim alkalischen Kupferbade näher entwickelten Gründen geschieht. Die Messingbäder werden kalt angewendet.

A. Messingbad.	für Kupfer, Zink u. Eisen	für Eisenwaaren.	Messingbad.
	I.	II.	
	gr	gr	
Kupfervitriol, reiner	16	75	Bad I enthält 0,4 gr Kupfer
Zinkvitriol, reiner	100	600	u. 2,3 gr Zink per Liter;
Cyankalium, reines	160	1350	Bad II 1,9 gr Kupfer u.
Destillirtes Wasser	10 Kilo	10 Kilo	13,5 gr Zink.

Die Lösung des Kupfer- und Zinkvitriols in 5 Ltr. Wasser einerseits, wird zu der Lösung des Cyankaliums in 5 Ltr. Wasser anderseits gegossen. Wegen des Entweichen eines Theiles Cyan hat dies unter einem Abzug oder im Freien zu geschehen. Die Lösung wird filtrirt; als Anode benutzt man entweder zwei gleich grosse

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CA...

Platten von Zink und von Kupfer; durch das tiefere Einsenken der einen oder anderen Platte in das Bad kann man die Zusammensetzung des Messingniederssshlags, somit seine Farbe beliebig ändern, oder man nimmt verschieden grosse Platten. Vor dem Vermessingen werden die Gegenstände gut verkupfert.

B. Lösung 1 wird mit Lösung 2 gemischt und filtrirt.		I. für Eisen, Gusseisen, Stahl u. Zinn.	II. für Zink
		gr	gr
1.	Schwefligsaures Natron reines	200	280
	Cyankalium, reines .	500	400
	kohlensaures Natron, krystallisirt . . .	1000	—
	Wasser, destillirtes .	8 Kilo	8 Kilo
2.	Essigsaures Kupfer, neutrales	125	140
	Chlorzink, neutrales .	100	140
	Ammoniakliquor (0,96)	—	160
	Destillirtes Wasser .	2 Kilo	2 Kilo

Bad 1 enthält ca. 4 gr Kupfer 48 gr Zink. Bad 2 enthält ca. 4,4 gr Kupfer 60 gr Zink, per Liter.

Wie man aus vorstehenden Vorschriften ersieht, vermeidet man beim Vermessingen von Eisen einen Zusatz von Ammoniak, beim Vermessingen von Zink einen Zusatz von Soda. Je nachdem man das Kupfer im Verhältniss zum Zink vermehrt, erhält man eine mehr rothe Vermessingung, umgekehrten Falles, bei Vermehrung des Zinkgehaltes eine mehr grünliche Legirung. Wenn man zu diesen Messingbädern für je 10 l 2—3 gr in 1 l heissem Wasser gelöste arsenige Säure setzt, so soll der Messingniederschlag feuriger

werden; ein zuviel davon ertheilt dem Niederschlag eine grauweisse Farbe. Es schlägt sich dann eben auch stahlgraues Arsenikmetall mit nieder.

Gute Resultate gibt auch nachstehende Vorschrift, bei der vom kohlensauren Zink und Kupfer ausgegangen ist.

150 gr Kupfer- und 150 gr Zinkvitriol löst man in 2 l Wasser zusammen auf, gibt soviel Sodalösung dazu, (man wird circa 400 gr Krystallsoda benöthigen) so lange noch ein Niederschlag entsteht. Den Niederschlag, ein Gemenge von kohlensaurem Zink und kohlensaurem Kupfer wäscht man ein paar mal aus und gibt denselben in eine Lösung von 200 gr reinem Cyankalium, 200 gr reinem schwefligsaurem Natron und 200 gr krystallisirter Soda in 5 l Wasser; man filtrirt und verdünnt das Filtrat zu dem Volumen von 10 l. Vortheilhaft setzt man dem Ganzen 2 gr arsenige Säure zu. Man kann auch statt den Kupfer- und Zinkvitriol erst zu fällen, gleich 100 gr kohlensaures Kupfer und ebensoviel kohlensaures Zink benutzen.

Dieses Bad enthält per Liter 3,83 gr Kupfer, 3,40 gr Zink.

Viele ziehen es vor, das Messingbad sich auf nachstehende Art selbst bereiten zu lassen.

Man macht eine Lösung von:

1 Kilo kohlensaurem Ammonium,
1 „ reinem Cyankalium,
8 „ destillirtem Wasser.

Man schaltet nun zunächst an die Anode in dieses Bad eine Kupferplatte, als Kathode benutzt man eine beliebige Platte und lässt nun den Strom wirken. Es

löst sich zunächst das Kupfer als Kupfercyanür-Cyankalium im Bade auf, und wenn an der Kathode sich Kupfer auszuscheiden beginnt, (ein Zeichen, dass das Bad genügend Kupfer enthält) ersetzt man die Kupferanode durch eine Zinkplatte und lässt letztere solange unter Einwirkung des Stromes, bis auf der Kathode sich eine gelbliche Niederschlagsbildung zeigt, d. h. Messing ausgeschieden wird. Das Messingbad ist dann fertig.

Dieses Bad gibt den schönsten, raschesten und gleichmässigsten Niederschlag bei 30 – 40° C. Als Anode benutzt man hier eine Messingplatte; wird natürlich die Farbe des Niederschlags zu roth (bei zu schwachem Strom) so nimmt man an Stelle der Messinganode eine solche von Zink; wird der Niederschlag zu grau (bei zu starkem Strom) so nimmt man wieder eine Kupferplatte, bis der Niederschlag wieder den gewünschten Farbenton zeigt. Die Messingbäder müssen farblos sein; sind dieselben von bläulicher Farbe, so ist zu wenig Cyankalium vorhanden; man gibt dann langsam concentrirte Cyankaliumlösung zu bis die blaue Farbe verschwunden ist.

Ein gut empfohlenes Messingbad ist auch folgendes:

1220 gr reine Potasche
50 „ Kupferchlorid,
96 „ Zinkchlorid,
610 „ salpetersaures Ammon,
24 „ Cyankalium,
10 l Wasser.

Dieses Bad funktionirt in der Wärme (20—30° C.)

Will man bei gewöhnlicher Temperatur arbeiten, so empfiehlt sich folgende Abänderung:

1000 gr Potasche,
30 „ Kupferchlorid,
70 „ schwefelsaures Zink,
100 „ Cyankalium,
10 l Wasser.

Sollte die Lösung blau sein, so gibt man langsam concentrirte Cyankaliumlösung zu bis die blaue Farbe verschwunden ist.

Veränderungen etc. des Messingbades. Was die Veränderungen betrifft, denen das Messingbad im Laufe der Arbeit unterworfen ist, so bestehen diese erstens in der Zersetzung des Cyankaliums, und gilt hier alles bei den Cyanbädern, besonders beim Silber- und Kupferbad bereits Gesagte. Zweitens ändern diese Bäder fortwährend ihren Metallgehalt, besonders wird das wechselseitige Verhältniss zwischen Kupfer- und Zinkgehalt beständig verändert, worin ja hauptsächlich die Schwierigkeit in der Behandlung dieser Bäder besteht[1].)

Man kann ja, wie wir schon oben gesehen haben, durch abwechselndes Einhängen von Kupfer- und Zink-

[1]) Die Schwierigkeit, bestimmte Farben — allgemein also bestimmte Legirungen niederzuschlagen und dauernd zu erhalten, liegt mit in den verschiedenen Zersetzungswiderständen. Wir würden folgenden Versuch empfehlen. Für jedes der beiden Metalle der Legirung ist eine Stromquelle mit Regulirungswiderstand vorhanden und endigen die betreffenden Leitungen in den entsprechenden Anoden. Von der Waare bis zu den Stromquellen führt man eine gemeinschaftliche Leitung. Durch geeignete Wahl der Stromquellen und Einstellung des Regulirungswiderstandes müsste es sich erreichen lassen die zusammensetzenden Metalle der Legirung im nothwendigen Verhältniss aufzulösen und niederzuschlagen — und damit die Badzusammensetzung constant zu erhalten.

anoden sich helfen und den Metallgehalt ergänzen. Zu dem gleichen Ziele kommt man durch Zusatz von Cyankupfer- und Cyanzinklösungen. Wir würden empfehlen, sich nachstehende Lösungen vorräthig zu halten und je nach Bedarf von der einen oder anderen dem Bade zuzusetzen.

Kupferlösung.	Zinklösung.
200 gr Cyankupfer,	200 gr Cyanzink,
300 „ reines Cyankalium,	300 „ Cyankalium,
500 „ Wasser.	500 „ Wasser.
Diese Lösung enthält ca. 64% Kupfer.	Diese Lösung enthält ca. 55% Zink.

Analyse des Messingbades. Für die rationelle Behandlung des Messingbades ist eine öftere analytische Bestimmung von Kupfer, Zink und Cyankalium ebenso von Bedeutung, wie für alle anderen Bäder. Die Bestimmung des freien Cyankaliums kann hier ebenso ausgeführt werden, wie beim Silberbad beschrieben. Das gebundene Cyankalium findet man durch Berechnung, indem man für 100 Thle. der gefundenen Kupfermenge 102 Thle. Cyankalium, für 100 Thle. gefundenen Zinkes 200 Thle. Cyankaliums in Rechnung bringt. Das Kupfer kann man in der beim alkalischen Kupferbad angegebenen Weise bestimmen, das kohlensaure Kali in der beim Silberbad angegebenen Art. Eine für den Galvanoplastiker bei einiger Uebung leicht ausführbare Zinkbestimmung ist uns nicht bekannt. Man lässt daher die Analyse des Messingbades am besten in einem chemischen Untersuchungslaboratorium vornehmen.

e. Antimonbad. [1]) Zur galvanischen Fällung von Antimon dient folgendes Bad:

[1]) Für dieses, sowie die folgenden Bäder f, g, h, i sind wohl Vorschriften vorhanden, doch liegen weder uns, noch kaum überhaupt praktische Erfahrungen vor.

In einer Porcellanschale kocht man etwa 1 Stunde lang:

10 l Wasser,
2 kg kohlensaures Natron,
500 gr fein gepulvertes Schwefelantimon.

Man filtrirt die Lösung heiss und benutzt das Filtrat, welches zur Antimonirung bei eingehängter Antimonplatte als Anode stets im Sieden erhalten werden muss. Das niedergeschlagene Antimon hat das Aussehen wie polirtes Gusseisen. Matt ist es schiefergrau lässt sich aber leicht kratzen und poliren.

Auch folgendes einfachere Bad wird zum Ueberziehen von Gegenständen mit Antimon empfohlen:

2 Thle. Wasser,
4 „ Salzsäure,
8 „ Brechweinstein (= Weinsaures Antimonoxyd-Kali).

f. Platinbad. Zur galvanischen Verplatinirung von Kupfer, welches sich am besten für einen Platinüberzug eignet, dienen folgende Bäder:

Platinchlorid	10 gr	10 gr
Kohlensaures Natron	450 gr	—
Phosphorsaures Natron	—	600 gr
Destillirtes Wasser.	1 Kilo	1 Kilo

Diese Lösungen werden warm angewendet,
oder 20 gr Platinchlorid löst man in
500 „ destillirtem Wasser.

Zu dieser Lösung fügt man eine Lösung von 100 gr phosphorsaurem Ammoniak in 500 gr Wasser. Ohne Rücksicht auf den entstandenen Niederschlag (phosphorsaures Platin-Ammoniak) giebt man nun eine Lösung von 500 gr phosphorsaurem Natron in 1 l Wasser zu und erhitzt das Ganze so lange zum Sieden bis die

entweichenden Dämpfe nicht mehr nach Ammoniak riechen. Die nun vollständig farblose Flüssigkeit dient warm als Platinbad.

Das niedergeschlagene Platin ist mattperlgrau und wird mit eisernen (nicht messingenen) Polirbürsten oder mit Bimstein polirt.

g. Bleibad. Hierzu dient eine alkalische Bleioxydlösung, die man erhält durch längeres Kochen von 10 gr Bleiglätte in einer Lösung von 100 gr Aetzkali oder Aetznatron in 2 l Wasser.

Wir bemerken, dass dasselbe Bad bei Aenderung der Richtung des Stromes zur galvanischen Metallfärbung dient. (Farbenringe.)

h. Zinkbad. Für die Verzinkung, welche mit Hilfe des galvanischen Stromes ohne besondere Schwierigkeit bewerkstelligt werden kann, benützt man alkalische Zinkbäder, welche entweder dargestellt werden durch Fällen eines Zinksalzes durch Ammoniak oder Natronlauge und Lösen des gefällten Zinkhydrooxydes in überschüssigem Ammoniak oder Natronlauge oder durch Kochen von Zinkstaub mit Aetzkali oder Aetznatronlösung. Auch eine Lösung von Cyanzink in Cyankalium kann zum Niederschlagen von Zink gebraucht werden. Das Zink wird hierbei mattgrauweiss niedergeschlagen.

i. Bronzebad. 610 gr reine Potasche, 48 gr Kupferchlorid, 25 gr Zinnsalz, 305 gr salpetersaures Ammonium und 12 gr Cyankalium werden in 5 l Wasser gelöst.

Als Anode dient eine Platte aus Bronce.

Das Bad wird bei einer Temperatur von 25° C. angewendet.

Will man in der Kälte arbeiten, so nimmt man anstatt den oben angegebenen Mengen Cyankalium 50 gr davon.

Vom Broncebade gilt alles das beim Messingbade gesagte, nur ist dasselbe noch schwieriger zu behandeln.

2. Saure und neutrale Bäder.

a. Das saure Kupferbad.

Kupfervitriol löst sich in 5 Thl. kaltem Wasser (15° C.) und in 1,3 Thl. siedendem Wasser.

Kupfervitiriol enthält 25,4% Kupfer.

100 Thle. Kupfer entsprechen = 393,7 Kupfervitriol.

Bei der Zersetzung des Kupfervitriols werden auf 1 kg derselben = 254,5 gr Kupfer und 392,3 gr Schwefelsäure frei.

Das durch Fällung erhaltene käufl. basisch kohlensaure Kupfer enthält ca 62% Kupfer. $Cu\,CO_3 . Cu\,(OH)_2$.

100 Thle. bas. kohlens. Kupfer binden 95,6 Thle. Schwefelsäure und geben damit 243,4 Thle. Kupfer-Vitriol.

100 Thle. Schwefelsäure binden 104,6 bas. kohlens. Kupfer und geben damit 253,5 Kupfer-Vitriol.

Als saures Kupferbad gebraucht man eine mit Schwefelsäure angesäuerte Lösung von Kupfervitriol (schwefelsaures Kupfer.) Es ist jedoch die Concentration der Badflüssigkeit, sowie das Verhältniss der Schwefelsäure zum Kupfervitriol von grossem Einfluss auf die Struktur der Krystallaggregate, des niedergeschlagenen Kupfers und damit auch von grosser Bedeutung für die physikalischen Eigenschaften des elektrolytisch gefällten Metalles. Neben der Zusammensetzung des Bades ist die Stromstärke von bestimmenden Einfluss auf die Eigenschaften des Kupferniederschlages. Für die Cohäsionsverhältnisse der galvanoplastischen Niederschläge ist also hier zum Theil lediglich die Stromdichte, zum Theile aber auch ihr Verhältniss zur Badconcentration massgebend.

So wird z. B. nach Smée das Kupfer in nicht homogener Form, also als Pulver, Sand oder Schwamm

gefällt, wenn die Stromstärke so gross ist, dass mit dem Metall gleichzeitig Wasserstoffentwickelung auftritt. In grobkrystallinischer Form wird das Kupfer ausgeschieden, wenn die Stromstärke noch lange nicht hinreicht, eine Wasserstoffentwickelung zu veranlassen. Dagegen erhält man das Kupfer als zähen, gediegenen, feinkörnigen Niederschlag, wenn die Stromstärke möglichst gross ist, jedoch noch keine sichtbare Wasserstoffentwickelung eintritt.

Baron von Hübel hat in dieser Beziehung eingehende Versuche[1]) angestellt, aus denen sich vor allem nachstehende Resultate für die Praxis der Galvanoplastik ergeben:

I. Soll Kupfer von grosser absoluter Festigkeit und Härte niedergeschlagen werden und wird auf grosse Zähigkeit weniger Gewicht gelegt, so sind hohe Stromdichten wie 2 bis 3 Ampère per qdm (siehe auch früher) anzuwenden. Die Badflüssigkeit muss in diesem Falle selbstverständlich thunlichst concentrirt sein, also mindestens 20 % Kupfersulfat enthalten.

II. Verlangt man Kupfer von möglichst grosser Zähigkeit und sind Härte und Festigkeit von weniger Wichtigkeit, so werden Stromdichten von 0,6—1,0 Ampère zweckentsprechend sein. Als Badflüssigkeit wird man eine 15 bis 18 % Lösung wählen.

III. Für die Erzeugung einer Kupferdruckplatte wird sich eine Stromdichte von ca. 1,3 Ampère und ein 20 % Bad mit 3 % Schwefelsäure angesäuert empfehlen.

[1]) Wer sich dafür und besonders für Herstellung von Druckplatten auf galvan. Wege interessirt, den verweisen wir auf Otto Volkmer, Galvanoplastik, Hartlebens Verlag.

Für Kupferüberzüge auf imprägnirtem, leitend gemachten Gyps etc., hat sich am besten eine Lösung bewährt, welche im Liter 180 gr Kupfervitriol und 60 gr englische conc. Schwefelsäure enthält.

Darstellung des Kupferbades. Bei der Herstellung eines solchen Bades, sagen wir 100 l, verfährt man am besten wie folgt:

In ein passendes Gefäss giebt man 18 kg Kupfervitriol, übergiesst denselben mit 40 kg kochendheissem Wasser, giebt dann schnell 6 kg concentrirte Schwefelsäure (66° Bé) hinzu unter beständigem Umrühren; durch den Zusatz der Schwefelsäure zum heissen Wasser tritt noch eine Temperatursteigerung ein und der Kupfervitriol löst sich dann, vorausgesetzt dass fleissig umgerührt wird, sehr leicht. Man filtrirt diese warme Lösung nun in das zur Aufnahme des Kupferbades bestimmte Gefäss, und giebt zum Filtrat so viel Wasser, dass das Ganze den Raum von 100 l (was man zuerst durch Ausmessen und Anzeichnen bemerkt hat) einnimmt. Man mischt gut durcheinander und das Kupferbad ist fertig.

Ein auf vorstehende Weise hergestelltes Kupferbad enthält im Liter 180 gr Kupfervitriol (= 45,8 gr Kupfer) und ca. 60 gr Schwefelsäuremonohydrat, vorausgesetzt, dass der angewandte Kupfervitriol rein und die Schwefelsäure[1]) von der oben angegebenen Stärke ist; das spec. Gewicht eines solch' zusammengesetzten Bades beträgt bei 15° C. = 1,14 (= 18° Bé). Für Herstellung von

[1]) Der Kupfervitriol der Scheideanstalten ist für diese Zwecke rein genug; desgleichen die sogenannte englische Schwefelsäure des Handels, deren Stärke 66° Beaumé betragen soll. Eisenhaltiger Kupfervitriol sowie stark arsenhaltige Schwefelsäure sind zu vermeiden.

Kupferdruckplatten giebt Hübl an, dass eine 20 % Kupfervitriollösung mit 3 % Schwefelsäure die besten Resultate giebt, jedoch sind concentrirtere Lösungen zu vermeiden, weil sich sonst leicht durch Wasserverdunstung an den Anoden krystallisirtes Kupfervitriol als Salzkruste ausscheidet, welche als Nichtleiter des Stromes denselben unterbricht.

Der Zusatz der Schwefelsäure ist vor allem nöthig, um einen biegsamen Kupferniederschlag zu erhalten.

Das aus einer neutralen Kupfervitriollösung (also aus einer nicht mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung) niederfallende Kupfer ist ausgeprägt krystallinisch, daher sehr spröde und brüchig. Durch den Zusatz der Schwefelsäure innerhalb gewisser Grenzen gewinnt der Kupferniederschlag an Güte und Festigkeit. Ausserdem wird aber durch den Zusatz der Schwefelsäure die Leitungsfähigkeit des Bades bedeutend vergrössert, damit aber auch der Process der Kupferausscheidung beschleunigt. Was die Erklärung der Wirkung des Schwefelsäurezusatzes auf die Qualität des Niederschlags betrifft, so dürfte nachstehende von Meidinger ausgesprochene Ansicht der Sachlage entsprechen. Da Schwefelsäure bei etwa 12facher Verdünnung mit Wasser mindestens 7 Mal so gut leitet als concentrirte Kupfervitriollösung, so wird dieselbe so gut wie allein durch den Strom im Kupferbad zunächst zersetzt. Es scheidet sich der Wasserstoff der Schwefelsäure am negativen Pol aus und reducirt im status nascendi, d. h. im Entstehungszustande, die Kupferlösung. Durch den Wasserstoff wird aber das Kupfer weniger grosskrystallinisch, sondern sehr kleinkrystallinisch gefällt, wodurch ein festerer, weniger brüchiger Niederschlag entsteht.

Der Process ginge also so vor sich:

I. Schwefelsäure + galvanischer Strom.

$$SO_4H_2 = SO_4 + H_2$$

II. Kupfervitriol + Wasserstoff = Kupfer + Schwefels.

$$CuSO_4 + H_2 = Cu + SO_4H_2.$$

Anstatt der Schwefelsäure könnte man auch schwefelsaures Natron nehmen, doch ist die Schwefelsäure besonders der leichteren analytischen Controlle wegen vorzuziehen. Ausserdem verhindert die freie Schwefelsäure die für den Niederschlags-Process schädliche Bildung basisch-schwefelsauren Kupfers. Man hat vorgeschlagen, diesem Kupferbade verschiedene Zusätze zu geben, z. B. Glanzruss etc., um einen besseren Niederschlag zu erhalten. Wir können vor solchen Zusätzen nur abrathen, da die Erfahrung lehrt, dass schon geringe Mengen fremder Körper in diesem Bade Störungen hervorrufen und die Qualität des Niederschlages verschlechtern.

Art der Zersetzung des Kupferbades durch den Strom. Der Vorgang, welcher bei der Einwirkung des galvanischen Stromes auf das Kupferbad, resp. die Kupfervitriollösung, stattfindet, ist folgender:

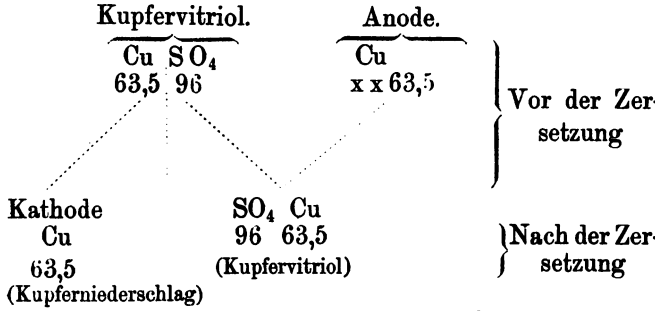
Der Kupfervitriol besteht aus Kupfer (Cu) und Schwefelsäurerest (SO_4)

also: $Cu. + SO_4 = CuSO_4$.

und enthält ausserdem noch 32,06 % Krystallwasser, welches sich aber an der Zersetzung nicht betheiligt[1]). Wirkt nun der Strom auf diese Verbindung ein, so tritt ein Zerfall des Kupfersulfates in der Weise ein, dass sich das Kupfer an der negativen Elektrode = Kathode, der Schwefelsäurerest (SO_4) aber an der positiven Elek-

[1]) 1 Kilo Kupfervitriol enthält: 254,5 gr Kupfer 384,77 Schwefelsäureradical (SO_4) und 360,73 Wasser.

trode (Anode) ausscheidet. Ist Letztere von Kupfer, so wird dieselbe sofort von der freigewordenen Verbindung (Schwefelsäureradical) SO_4 aufgelöst und es kommt dadurch wieder soviel Kupfer in's Bad, als sich Kupfer zuerst ausgeschieden hatte.



Da weitere Zersetzungen nicht stattfinden, so müsste das Kupferbad stets unverändert bleiben, ausser Ersatz des verdunstenden Wassers und Erneuerung der Anoden hätte man also weiter keine Fürsorge für das Bad zu treffen. Diess ist auch bei richtigen Stromverhältnissen und Kupferanoden der Fall, wenigstens der Hauptsache nach; doch kommt es vor, dass nicht gerade so viel Kupfer gelöst wird an der Anode, als Schwefelsäure frei wird. Dann wird natürlich das Bad mit der Zeit zu schwefelsäurereich, weshalb man gut thut, die Bäder einer analytischen Controlle (siehe Analyse der Kupferbäder) zu unterwerfen. Findet man da zu viel Schwefelsäure, so giebt man einfach eine entsprechende Menge kohlensauren Kupfers zu, welches die überschüssige Schwefelsäure bindet und dabei Kupfervitriol bildet. Hat man z. B. ein Bad analysirt und findet statt 60 gr Schwefelsäure per Liter — 80 gr, so wird man durch Zugabe von 20 gr käuflichen kohlensaurem

Kupfer (= basisch-kohlensaures Kupfer), die überschüssigen 20 gr freie Schwefelsäure binden können. Denn zur Bindung von 100 Thl. Schwefelsäure braucht man 104,6 gr käufl. kohlensaures Kupfer. Findet man bei der Analyse das Bad zu kupferarm, so giebt man einfach eine entsprechende Menge Kupfervitriol zu.

Nicht so einfach ist die Sache beim Arbeiten mit der Batterie. Man benutzt ein Daniel-Element, bei welchem man anstatt Zink, wie Herr H. Steinach gezeigt hat, sehr gut (alte) Eisenrohre anwenden kann, was viel billiger ist, bei gleicher Wirkung. Denn da hier aus der Thonzelle Zinkvitriol bei Anwendung von Zink, oder Eisenvitriol bei Anwendung von Eisen in das Bad diffundiren, so wird mit der Zeit der Gehalt des Kupferbades an diesen Salzen ein störender. Bis zu einem gewissen Grade (Zinkvitriol bis zu 10 %) schaden diese Salze nicht; treten aber Störungen ein, so lässt sich nichts anderes thun, als in die Lösungen Eisen zu stellen, wodurch das Kupfer ausfällt und ein neues Bad zu bereiten. Das ausgefallene Kupfer kann man sammeln und verwerthen. Ausserdem häuft sich beim Arbeiten mit der Batterie, da ja keine Kupferanoden vorhanden sind, die bei der Zersetzung des Kupfervitriols frei werdende Schwefelsäure im Bade an, wie nachstehende Ausführung deutlich ersehen lässt.

Nehmen wir als Beispiel oben beschriebenes Kupferbad, von dem ein Liter 180 gr Kupfervitriol und 60 gr Schwefelsäure enthält, so haben wir also Anfangs:

Kupfervitriol		oder	Kupfer	= 45.81
$CuSO_4 + 5HO_2$	= 180		gebundene Schwefels.	= 69.33
freie Schwefesäure	= 60		freie Schwefelsäure	= 60.00
Wasser	= 760		Krystall-u. Lösungswasser	= 824.86
	1000			1000

Die Zusammensetzung des Bades, wenn 50 % Kupfer niedergeschlagen sind, ist aber dann folgende:

Kupfervitriol	oder	Kupfer	= 22.9
$CuSO_4 + 5H_2O$	= 90	Gebundene Schwefels.	= 34.66
freie Schwefelsäure	= 94.66	Freie Schwefelsäure	= 94.66
Wasser	= 792.44	Krystall-u. Lösungswasser	= 824.88
Niedergeschlagenes Kupfer	= 22.90	Niedergeschlagenes Kupfer	= 22.90
	1000		1000

Es ist also neben der Abnahme des Kupfergehaltes eine Vermehrung der freien Säure wahrzunehmen, welche das Bad verschlechtert. Um das Bad auf die richtige Zusammensetzung zu bringen, geben wir in diesem Falle 36 gr kohlensaures Kupfer zu, wodurch der Ueberschuss von 34,6 gr freie Schwefelsäure gebunden und die ursprüngliche Zusammensetzung wieder hergestellt wird. Für den Zusatz des kohlensauren Kupfers ist zu bemerken, dass man dasselbe weniger gut als Pulver, als mit wenig Wasser oder besser Kupferbad zu einem dicken Brei angerührt zu dem Bade setzt, weil dann eine schnellere Zertheilung in der Flüssigkeit stattfindet. Da bei Zugabe des kohlensauren Kupfers die Kohlensäure gasförmig entweicht (während sich die Schwefelsäure mit dem Kupferoxyd verbindet), so muss bei dieser Arbeit das Bad ausser Thätigkeit sein, da sonst durch die sich entwickelnden Gasblasen ein poröser Niederschlag entsteht.

Wir haben zwar in der Einleitung zu den Bädern schon erwähnt, dass bei einer Temperatur unter 15° C. die Bäder schlecht arbeiten. Da hier nun bestimmte Erfahrungen vorliegen, so erwähnen wir beispielsweise, dass bei der Temperatur von 15° C. $^1/_3$ mehr Kupfer

bei gleichen Stromverhältnissen gefällt wird in derselben Zeit, als in einem Bad von 5° C. Es ist das für die Praxis sehr bemerkenswerth.

Alte Bäder. Auch bei den Kupferbädern findet der Praktiker, dass diese, wenn einige Zeit damit gearbeitet wurde, bessere Resultate geben. Bei neutralen Kupferbädern, welche nicht von vornherein mit Schwefelsäure angesäuert waren, und bei welchen direkt mit Diaphragma gearbeitet wird, findet dies seine Erklärung darin, dass eben nach einiger Zeit freie Schwefelsäure in das Bad kommt, theils durch die Kupfervitriolzersetzung, theils dadurch, dass aus dem Diaphragma Schwefelsäure ins Bad diffundirt.[1]) Bei Bädern, welche gleich genügenden Schwefelsäurezusatz erhalten, bei denen auch mit der Maschine gearbeitet wird, müssen wir diese Erscheinung auf mehr mechanische Ursachen zurückführen. Wenn man nämlich bedenkt, dass alle graphitirten Gegenstände, welche ins Kupferbad kommen, zuerst mit einer Weingeistmischung übergossen werden, damit das Bad die ersteren sicher benetzt, so kommt mit der Zeit eine, wenn auch kleine Menge Weingeist ins Bad, welche nicht ohne Bedeutung für die sichere und anhaltende Benetzung der Gegenstände von Seiten der Badeflüssigkeit zu sein scheint. Von diesem Gedankengang ausgehend, hat Herr Rudholzner Versuche angestellt, indem er dem Kupferbad verschiedene Mengen Alkohol zusetzte. Er fand die Voraussetzung bestätigt, dass solche Bäder besser und schneller decken,

[1]) Dadurch wird natürlich, wie bereits oben ausgeführt wurde, die Leitungsfähigkeit des Bades vermehrt, und der Kupferniederschlag verbessert, zugleich auch die Bildung basischer Kupfersalze verhindert.

ähnlich den alten sogenannte Deckbädern, in welchen die Gegenstände besser und gleichmässiger überlaufen, als in den frisch bereiteten Bädern.

Man wird also einen Vortheil erreichen, wenn man nach Rudholzner zu 100 l saurem Kupferbad gleich von vornherein circa 1 Kilo 96% Alkohol setzt.

Das niedergeschlagene Kupfer ist matt, schön hellrosa roth und muss erst durch Poliren und Bürsten glänzend gemacht werden.

Wir müssen noch einer Erscheinung gedenken, welche dem Praktiker auffallen wird und wozu wir eine Erklärung abzugeben schuldig sind. Es ist dies der sich an den Anoden absetzende sog. Schlamm. Dessen Natur ist verschieden, ob die Anoden aus gewalztem Kupfer bestehen oder aus galvanisch gefälltem Kupferblech. Bei ersterem besteht dieser Schlamm lediglich, wenigstens der Hauptsache nach, aus den das Kupfer verunreinigten Metallen, welche nicht von der Schwefelsäure gelöst werden und ist meist ein Gemenge von Zinn, Arsenik, Blei, Schwefel etc., nebst circa 10% Kupfer. Er ist von schwarzen Aussehen und ist um so geringer, je reiner das verwandte Kupfer ist. Bei galvanischen Anoden scheidet sich eine grössere Menge gelbbraunen Schlammes ab, welcher frei von fremden Metallen ist und aus feinen Kupfer-Kryställchen, untermengt mit Kupferoxydul besteht. Dieser Schlamm ist desshalb sehr unangenehm und muss öfter beseitigt werden, weil er leicht abfällt, und in schlecht bewegten Bädern auf die zu verkupferten Gegenstände auffällt und dann zu Streifenbildung und körnigem Gefühl des Niederschlages Veranlassung gibt. Wir erwähnen noch, dass bei zu geringer Stromdichte die Energie des Stromes nicht im

Stande ist, den Kupfervitriol stets im Kupfer und Schwefelsäure zu zerlegen, sondern dass dann ein Theil Kupferoxydul an der Anode sich ausscheidet.

Analyse des Kupferbades. I. Bestimmung der freien Schwefelsäure im Kupferbad. Man misst mittelst einer Pipette oder eines Messcylinders genau 10 cc Kupferbad ab, gibt dieselben in ein Becherglas und fügt nun unter beständigem Umschütteln aus einer Bürette solange tropfenweise Normalnatronlösung zu, bis ein, mittels eines Glasstabes herausgenommener Tropfen auf Congopapier gebracht, letzteres nicht mehr blau färbt. Die verbrauchten cc Normalnatronlösung mit 4,9 multiplicirt, geben die Anzahl der Gramme Schwefelsäure im Liter an.

Gesetzt, man hätte bis zum Eintritt der Endreaktion mittelst Congopapier, welche angibt, dass alle freie Schwefelsäure durch die Normalnatronlösung gesättigt worden ist, für 10 cc Bad 11,9 cc Normalnatronlösung gebraucht, so sind im Liter Bad $11{,}9 \times 4{,}9 = 58{,}31$ gr Schwefelsäure enthalten.

II. Annähernd genaue, schnelle Bestimmung des Kupfers resp. Kupfervitriolgehaltes im Kupferbade. Ermittelt man einerseits die Dichte, das specifische Gewicht eines Kupferbades mittels eines Aräometers, anderseits den Säuregehalt durch Titriren mit Normalnatronlauge nach I, so lässt sich aus beiden Daten durch sehr einfache Berechnung der Kupfervitriolgehalt des Bades erkennen. Man verfährt dabei wie folgt:

Man füllt einen sog. Einsenkcylinder mit Kupferbad und bestimmt dann mittelst eines Aräometers, auf

dessen Skala das specifische Gewicht angegeben ist, unter Berücksichtigung der auf dem Aräometer angegebenen Temperatur genau das specifische Gewicht des Bades. Man liest nun auf nachstehender Tabelle den dem gefundenen specifischen Gewichte entsprechenden Gehalt an Kupfervitriol ab; dieser wäre sofort richtig, wenn das Bad aus reiner Kupfervitriollösung bestände; da aber im Bad eine gewisse Menge Schwefelsäure ist, so ist der bemerkte Kupfervitriolgehalt ein zu hoher und muss entsprechend corrigirt werden. Man bestimmt nun nach I die Schwefelsäure, welche im Liter Bad enthalten ist. Die erhaltene Zahl mit 3 dividirt und von dem oben durch Ermittlung des specifischen Gewichtes und Ablesen an der Tabelle erhaltenen scheinbaren Gehalt des Bades an Kupfervitriol abgezogen gibt annähernd die im Bad erhaltene Menge Kupfervitriol. Diese Bestimmung ist um so genauer, je genauer das specifische Gewicht und die Schwefelsäuremenge ermittelt wurde; natürlich ist diese Bestimmungsweise nur in reinen Bädern anwendbar, welche ausser Wasser, Kupfervitriol und Schwefelsäure keine anderen Salze (z. B. Zinkvitriol, Eisenvitriol etc.) enthalten.

Tabelle über die Dichte (spec. Gewicht) und entsprechenden Gehalt einer Kupfervitriollösung bei 15° C.

Bei einem spec. Gewicht bei 15° C. von:	Sind im Liter Lösung Gramm reiner Kupfervitriol:	Bei einem spec. Gewicht bei 15° C. von:	Sind im Liter Lösung Gramm reiner Kupfervitriol:
1,007	10	1,023	35
1,010	15	1,027	40
1,013	20	1,030	45
1,016	25	1,033	50
1,020	30	1,036	55

Bei einem spec. Gewicht bei 15° C. von:	Sind im Liter Lösung Gramm reiner Kupfervitriol:	Bei einem spec. Gewicht bei 15° C. von:	Sind im Liter Lösung Gramm reiner Kupfervitriol.
1,040	60	1,114	160
1,044	65	1,117	165
1,048	70	1,121	170
1,051	75	1,125	175
1,055	80	1,129	180
1,058	85	1,133	185
1,062	90	1,137	190
1,065	95	1,140	195
1,069	100	1,144	200
1,072	105	1,148	205
1,076	110	1,152	210
1,080	115	1,156	215
1,084	120	1,160	220
1,087	125	1,164	225
1,091	130	1,169	230
1,095	135	1,173	235
1,099	140	1,177	240
1,102	145	1,181	245
1,106	150	1,185	250
1,110	155		

Beispiel:

Das spec. Gewicht eines Bades bei 15° C. = 1,144. Aus der Tabelle ergiebt sich, dass dieses Gewicht einem Kupfervitriolgehalt von 200 gr per 1 entspricht. Die Schwefelsäurebestimmung ergiebt 58,4 gr Schwefelsäure per 1; diese Zahl mit 3 dividirt, die erhaltene Zahl von oben gefundenen scheinbaren Kupfervitriolgehalt subtrahirt, giebt: $\frac{200}{-\ 19{,}47} = 180{,}53$ gr Kupfervitriolgehalt per 1.

Diese Zahl wird etwas zu hoch sein, da ja obige Tabelle für absolut chem. reinen Kupfervitriol gilt, der

technisch reine Kupfervitriol aber, immer einige Procente Verunreinigungen enthält. Eine Analyse obigen Bades ergab genau 174,3 gr per l.

In einem anderen Falle erhielten wir folgende Zahlen:

Spec. Gewicht des Bades: 1,080 bei 15° C. Aus der Tabelle abgelesener scheinbarer Kupfervitriolgehalt: 115 gr per l.

Nach I ermittelte Schwefelsäure

$$\text{per } 1 = 34{,}1;\ \frac{34{,}1}{3} = 11{,}37.$$

$115 - 11{,}37 = 103{,}63$ Kupfervitriol per l; eine Analyse ergab 104,5 Vitriol.

Man sieht also, dass man mittelst dieser einfachen leicht auszuführenden Bestimmungsweise ganz annähernd genaue Zahlen erhält, welche für die Bädercontrolle in der Praxis vollständig ausreichend sind.

Will man den Gehalt seines Bades an metallischem Kupfer kennen, so braucht man den Kupfervitriolgehalt nur mit 4 zu dividiren, da der Kupfervitriol den 4. Theil seines Gewichtes Kupfer enthält, (genau 25,4 %).

Will man, was leicht geschehen kann, das Kupfer titrimetrisch bestimmen, so giebt nachstehende Methode bei rascher und leichter Ausführbarkeit genügend genaue Resultate, soferne man sich genau an die von uns gegebenen Zahlen und Verhältnisse hält. Bedingung zur Erhaltung richtiger Resultate ist ausserdem die Abwesenheit von Eisensalzen und von Salpetersäure oder deren Salzen; in einem guten Kupferbade sind aber weder erstere noch letztere vorhanden; erstere, also Eisensalze jedenfalls nur in so minimalen Mengen, dass die Methode dadurch nicht beeinträchtigt wird.

Man giebt 10 cc Kupferbad in ein 100 cc Kölbchen, setzt zur Abstumpfung der freien Säure tropfenweise Ammoniak zu bis eine lasurblaue Flüssigkeit entstanden ist. Nun giebt man tropfenweise verdünnte reine Schwefelsäure zu (1:5) bis die Flüssigkeit grünlich trübe und dann durch einen letzten Tropfen vollständig klar geworden ist. Nun giebt man destillirtes Wasser genau bis zur Marke des Kölbchens zu, und schüttelt gut um. Von dieser verdünnten Lösung, welche nun fast neutral ist, und in 10 cc gerade 1 cc Kupferbad enthält, nimmt man 10 cc mittelst einer Pipette heraus, lässt dieselben in ein etwa 100 cc fassendes Glasstöpselglas fliessen, giebt 10 cc Chlorammoniumlösung (1:10) und 10 cc Jodkaliumlösung (1:10) zu, schüttelt um und stellt 3—5 Minuten bei Seite. Die Flüssigkeit hat nun eine gelbbraune Farbe angenommen und einen weissen Niederschlag abgesetzt, indem das im Bad enthaltene Kupfersulfat sich mit dem Jodkalium in Kupferjodür (weisser Niederschlag) und freies Jod umgesetzt hat. Da für 1 Atom Kupfer 1 Atom Jod ausgeschieden wird, so erhalten wir, indem wir die Menge des ausgeschiedenen Jodes bestimmen, die Menge des in der Flüssigkeit vorhanden gewesenen Kupfers. Man verfährt nun wie folgt: Man setzt zu der Flüssigkeit 10 cc Stärkelösung und fügt nun zu der dadurch schmutzig-graugrün gewordenen trüben Flüssigkeit solange tropfenweise aus einer Burette unter beständigem Umschütteln $^1/_{10}$ unterschwefligsaure Natronlösung, bis die Farbe der Lösung durch grün, dunkelblau, hellblau durch den letzten Tropfen farblos geworden ist. Die verbrauchten cc unterschwefligsaurer Natronlösung mit 6,3 multiplicirt, geben die im Bad enthaltene Menge

Kupfer, mit 24,9 multiplicirt, die Menge des im 1 Bad enthaltenen Kupfervitriols an.

Gesetzt, wir hätten z. B. 7,2 cc $^1/_{10}$ unterschwefligsaure Natronlösung gebraucht, so hätten wir im Bad

$7{,}2 \times 6{,}3 = 45{,}36$ gr Kupfer oder

$7{,}2 \times 24{,}9 = 179{,}28$ gr Kupfervitriol.

b. Nickelbad.[1])

Schwefelsaures Nickeloxyd-Ammoniak (Nickelsalz) enthält 14,9% Nickelmetall, also ca. $^1/_7$ des Gewichtes.
Schwefelsaures Nickel löst sich in 4 Thle. kaltem Wasser.
Schwefelsaures Nickel enthält 20,88% Nickel.
Benzoësäure löst sich in 20 Thln. Wasser von 100°.
Schwefelsaures Ammonium löst sich in 0,5 Thn. Wasser.
Salmiak löst sich in 4 Thln. Wasser.
Borsäure löst sich in 30 Thn. Wasser.

Zur galvanischen Vernickelung sind die reinen einfachen Nickelsalze, wie z. B. schwefelsaures Nickel, Chlornickel etc. nicht gut zu gebrauchen,[2]) wohl aus dem Grunde, weil die Nickellösungen schlechtere Leiter für den galvanischen Strom sind, als z. B. Kupfersalze und andere, und weil, wie bei allen anderen Bädern, auch hier die für diese Zwecke passende Metallfällung oder der Metallniederschlag, unserer Annahme nach besser durch indirekte, sekundäre Processe zu Stande kommt. Man muss also den einfachen Nickelsalzen sog. Leitungssalze zusetzen, welche die Leitungsfähigkeit der Badflüssigkeit vermehren und zugleich oben angedeutete Zersetzungsprocesse übernehmen können. Man benutzt hierzu besonders die schwefelsauren und salz-

[1]) Wir verweisen hier auch auf: „Die amerikanische Vernickelung von William H. Wahl, deutsch von H. Steinach, Quandt und Händel, Leipzig, 1884."

[2]) Auch die Cyannickelbäder erfreuen sich keiner besonderen Anwendung oder Beliebtheit.

sauren Salze der Alkalien, vorwiegend aber Ammoniumsalze, welche mit den Nickelsalzen bestimmte chemische Verbindungen, sog. Doppelsalze bilden. Von diesen ist das in der Praxis am meisten angewandte Nickeldoppelsalz das schwefelsaure Nickel-Ammonium (Nickelammoniumsulfat) gewöhnlich auch „Nickelsalz" genannt, welches ca. $^1/_7$ seines Gewichtes metallisches Nickel enthält und nachstehende Zusammensetzung hat:

100 Theile Nickelammoniumsulfat enthalten:

39,2 Schwefelsaures Nickel (= 14,9 % Nickel)
33,4 Schwefelsaures Ammonium.
27,4 Krystallwasser.

Darstellung des Nickelbades.

Eine 5—7 % Lösung dieses Salzes für sich allein oder mit einem Zusatz von 2,5 % reiner Borsäure, die also im l 50—70 gr Nickeldoppelsalz und eventuell 25 gr reine Borsäure enthält, darf wohl als eines der besten Nickelbäder betrachtet werden. Dennoch theilen wir nachstehend in tabellarischer Form einige der beliebtesten und erprobten Vorschriften zum Vernickeln mit, wozu wir bemerken, dass zur Herstellung dieser Bäder die Salze jedes für sich in destillirtem Wasser gelöst, die gemischten Lösungen in das zur Aufnahme des Bades bestimmte Gefäss filtrirt werden.

Man prüft nun mit blauem Lakmuspapier,[1]) ob die

[1]) Die Nickelsalze, sowohl das schwefelsaure Nickel, als auch das Nickelammoniumsulfat, obwohl ihrer chem. Zusammensetzung nach neutrale Salze, röthen das blaue Lakmuspapier schwach. Bei der Neutralisation mit Ammoniak handelt es sich nur eben darum, etwaige, den Salzen anhängende freie Säure abzustumpfen. Besser noch als des Lakmuspapieres bedient man sich hier des Congopapieres, welches nur durch freie Säuren blau gefärbt, von neutralen Metall-Salzen, welche Lakmus auch röthen, nicht verändert wird.

Lösung sauer, also das Papier stark geröthet wird; ist dies der Fall, so setzt man so lange tropfenweise Salmiakgeist zu, bis das Papier nur mehr schwach geröthet wird, also die Lösung nicht mehr sauer ist.

Dann erst setzt man die bei den sauren Nickelbädern angegebenen Mengen Borsäure, Citronensäure oder Benzoësäure zu, nachdem diese vorerst in Wasser gelöst wurden, und bringt das Ganze auf das Volum von 10 l.

Es ist eine Hauptsache bei der Vernickelung, dass die Bäder frei von jeder Spur von den eigentlichen Mineralsäuren (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure) sind. Sei es, dass diese sich in den Bädern durch Zersetzung anhäufen oder dass die angewandten Salze nicht ganz neutral sind, sondern z. B. etwas freie Säure enthalten.

Säuren, wie die Borsäure oder organische Säuren, z. B. Citronen-, Weinstein-, Benzoësäure, üben hingegen einen günstigen Einfluss auf die Bäder, besonders auf die Farbe des Niederschlages aus.

Die Nickelsalze müssen vollständig kupferfrei sein; schon 1 % Kupfergehalt macht die Bäder unbrauchbar.

In Beziehung auf die in der Tabelle angegebenen Vorschriften geben wir zum Gebrauch derselben nachstehende Bemerkungen:

Während für Kupfer und Kupferlegirungen alle angegebenen Bäder gute Dienste leisten, so sind für Eisen diejenigen Bäder, welche Chloride enthalten, also IV, V, VII, zu vermeiden, da hierdurch durch Einschluss von Flüssigkeit das Eisen rostet und das Nickel bloss liegt. Nach Dr. Langbein's Angabe verdienen überhaupt die Bäder, welche schwefelsaure Salze enthalten, den

Nickelbäder, Zusammensetzung für 10 l, in gr.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.
Schwefelsaures Nickel . . .	—	—	—	—	1000	500	500	500	—	—	270	600	600
Schwefelsaures Nickel-Ammon.	700	330	420	600	—	—	—	—	500	500	—	—	—
Schwefelsaures Ammonium .	—	70	65	—	—	500	—	—	—	200	—	—	—
Schwefelsaures Natrium . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	—
Chlorammonium	—	—	—	300	200	—	500	—	—	—	—	—	—
Citronensaures Natrium . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	200	400
Schwefligsaures Natrium . .	—	—	—	—	—	—	—	500	—	—	—	—	—
Borsäure . .	—	—	—	—	—	—	—	—	250	—	—	—	—
Citronensäure.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	—	—
Benzoesäure .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	70	—	—
Destillirtes Wasser . .	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo	10 Kilo

Vorzug vor den „Chloride“ enthaltenden. Obwohl der Salmiakzusatz die Bildung des Niederschlages beschleunigt, so geschieht diess doch auf Kosten der Gleichmässigkeit und der Dichtigkeit. Der in diesen Bädern erzeugte Niederschlag ist von gröberer Struktur und deckt das Unterlagmetall nicht gleichmässig genug.

Sehr empfehlenswerth sind die Bäder XII und XIII. Auch ein zu grosser Ueberschuss von schwefelsaurem Ammoniak ist zu vermeiden, da sonst eine matte Vernickelung selbst bei schwächerem Strome erzielt wird.

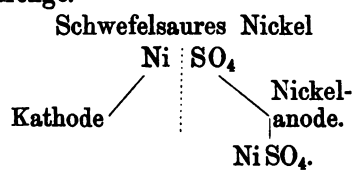
Als Anoden bedient man sich Nickelplatten und befinden sich im Handel sowohl gegossene als auch gewalzte Nickelanoden Nach Dr. Langbein verdienen die aus reinstem Walzblech den Vorzug, nach Volkmer hat sich als Anodenmaterial eine sogen. gemischte Anode, d. h. zur Hälfte gegossen, zur Hälfte gewalzte Nickelplatte am vortheilhaftesten erwiesen. Die Qualität der Nickelanoden, und deren Reinheit (kupferfrei) ist in jeder Beziehung von grosser Wichtigkeit für die Vernicklung. Wir wollen hier nicht zu bemerken verfehlen, dass man aus bereits oben angeführten Gründen, um eine Verunreinigung des Bades mit Kupfer auszuschliessen, Hacken aus Kupfer vermeiden und solche aus Nickelblech anwenden muss.

Wie bei allen anderen Bädern soll die Temperatur auch der Nickelbäder nicht unter 15° C. kommen; am besten arbeiten die Bäder bei 20° C.

Es ist bei den Nickelbädern sehr darauf zu sehen, dass nie die Kathode eingehängt wird, ehe der Strom durch das Bad circulirt, indem viele Metalle an und für sich auf die Bäder reagiren und dann Störungen bei dem folgendem Metallniederschlage entstehen können,

wodurch dieser dann leicht von der unterliegenden Schichte abblättert.

Der bei der Zersetzung der Nickelbäder durch den galvanischen Strom vor sich gehende Vorgang ist ganz analog demjenigen beim Kupferbade. Durch den Strom wird nämlich das Nickelsalz, z. B. schwefelsaures Nickel, in seine Bestandtheile zerlegt. Die Salze, z. B. schwefelsaures Ammonium, mit welchen das Nickelsalz zu Doppelverbindungen verbunden ist, oder andere Leitungssalze, nehmen unter gewöhnlichen Umständen an der Zersetzung keinen Antheil (siehe auch Veränderungen des Nickelbades). So wird also das schwefelsaure Nickel in Nickel und das Schwefelsäureradikal zersetzt. Letzteres löst an der Anode sofort wieder Nickel auf und zwar theoretisch eine dem ausgeschiedenen Nickel entsprechende Menge.



Nehmen wir beispielsweise das schwefelsaure Nickelammonium, so werden bei der Zersetzung von je 100 Thl. dieses Salzes 39,2 Thl. metallisches Nickel an der Kathode als Nickelüberzug abgeschieden, während der freigewordene Schwefelsäurerest an der Anode wieder ebensoviel (theoretisch), also 39,2 Thl. Nickel auflöst und als schwefelsaures Nickel in's Bad bringt.

Veränderungen der Nickelbäder in ihrer Zusammensetzung. Die Nickelbäder enthalten keine an und für sich zersetzlichen Körper, d. h. solche, welche entweder wie bei den Cyanbädern das Cyankalium durch

die Kohlensäure der Luft verändert würden oder einer Selbstentmischung anheim gegeben wären. Auch bei der Zersetzung des Bades durch den Strom würde theoretisch, abgesehen von der Concentration des Bades durch Wasserverdunstung, eine Veränderung nicht stattfinden. Aber auch hier wird in der Wirklichkeit nicht immer genau eine der ausfallenden Nickelmenge entsprechende Quantität Nickel von der Anode gelöst, was sich auch sehr leicht erklären lässt. Denn nur das im Momente des Freiwerdens auf Nickelmetall stossende Schwefelsäureradical (SO_4), welches für sich nicht bestehen kann, ist im Stande, Nickelmetall zu lösen. Findet nun ein Theilchen freiwerdenden Schwefelsäureradicals (SO_4) kein Nickel gerade vor sich, so bildet dieses mit Wasser unter Freiwerden von Sauerstoff $SO_4 + H_2O = SO_4H_2 + O$ Schwefelsäure, welch' letztere dann in der Verdünnung, in welcher sie sich im Bade befindet, ohne alle Wirkung auf das Nickel bleibt. Ueberhaupt wird das Nickel weniger leicht als z. B. das Kupfer vom Schwefelsäurerest gelöst; man thut deshalb gut, eine grosse Anodenfläche und damit möglichst viele Angriffspunkte hinzustellen.

Durch diese Differenz zwischen ausfallendem Nickel und sich an der Anode auflösendem Metall ergeben sich die Hauptveränderungen des Bades, nämlich:

1) eine Verringerung im Nickelgehalt,

2) Auftreten von freier Schwefelsäure im Bade;

das Bad wird also nickelärmer und noch dazu sauer.

In der Menge der freiwerdenden Schwefelsäure hat man einen Massstab für die Menge Nickel, welche mehr ausgefällt wird, als an der Anode wieder gelöst wird. Für 1 Thl. freier Schwefelsäure im Bad ist ein Nickel-

metallverlust der Badflüssigkeit von 0,6 Thl. in Rechnung zu bringen, so dass z. B. in einem Bade, das per Liter 2 gr freie Schwefelsäure enthielte und angenommen, es wären 400 l Badflüssigkeit vorhanden, 400 gr Nickelmetall mehr ausgefällt, als an der Anode wieder gelöst worden wären.

In Fällen, bei denen ein zu starker Strom eintritt, kann im Gegensatz zur eben besprochenen Veränderung das Bad auch alkalisch werden. Dies ist ebenso schädlich für das Bad als das Auftreten der freien Säure. Die Ursache dieser Veränderung ist darin zu suchen, dass bei zu starkem Strom nicht nur das Nickelsulfat, sondern auch die Leitungssalze, z. B. schwefelsaures Ammon, zersetzt werden; letzteres wird durch den Strom in Ammoniak, Wasserstoff und Schwefelsäureradikal zerlegt. Letzteres löst im Momente des Freiwerdens von der Anode Nickel, der Wasserstoff entweicht und das Ammoniak bildet mit dem Nickel basische Salze[1]).

Schwefelsaures Ammonium — Ammoniak Wasserstoff

$$SO_3 . O \begin{matrix} N H_3 H \\ N H_3 H \end{matrix} = \begin{cases} \begin{matrix} NH_3 \\ NH_3 \end{matrix} + H_2 \\ \text{Schwefelsäureradical.} \\ \begin{matrix} SO_3 O \\ | \\ \text{Nickelanode} \end{matrix} \end{cases}$$

Je stärker der Strom, desto intensiver tritt auch dieser Nebenprocess hervor und die Vernickelung wird schlecht, woran wohl zum grossen Theil die stattfindende Wasserstoffgasentwickelung schuld ist. Beide Ver-

[1]) Nickellösungen, welche Ammonsalze enthalten, werden durch Ammoniak nicht gefällt.

änderungen, sowohl das Auftreten freier Säure, als dasjenige basischer Salze ist schädlich für das Bad und muss das Bad stets darauf untersucht und darnach behandelt werden. Ein Bad, welches nur aus Nickelammoniumsulfat besteht, hat auf Congopapier keine Einwirkung. Jede Spur freier Schwefelsäure färbt dieses blau, schwächer oder stärker, je nach der Menge der vorhandenen freien Säure. Auch bei Gegenwart von Borsäure kann man zur Erkennung freier Schwefelsäure Congopapier benutzen, da die Borsäure auf letzteres ohne Wirkung ist. Hat man aber Citronensäure[1]) im Bad, so muss man sich des Tropaeolinpapieres bedienen, welches wohl die freie Schwefelsäure durch Violettfärbung anzeigt, von Citronensäure aber unverändert bleibt. Ist dies der Fall, wird also bei Anwesenheit von Borsäure Congopapier gebläut, bei Anwesenheit von Citronensäure Tropaeolinpapier violett gefärbt, so ist freie Schwefelsäure (bei Anwendung von Chlornickel freie Salzsäure) im Bad vorhanden und muss wie später gezeigt wird, entfernt werden.

Sind nun in einem Bade organische Salze vorhanden, wie z. B. citronensaures Natron, so tritt im Bade allerdings keine freie Schwefelsäure auf, weil diese bei ihrem Freiwerden sich gleich mit dem citronensaurem Natron umsetzt in schwefelsaures Natron und freie Citronensäure. Letztere ist ohne schädliche Wirkung auf das Bad, wenigstens bis zu einer gewissen Grenze, und kann auch mit Nickeloxydulhydrat wieder gesättigt werden; (Indicator: Congopapier)

---

[1]) Citronensäure färbt Congopapier blau, nicht aber Tropaeolinpapier.

Schwefelsäure + Citronensaures Natron =
Citronensäure + Schwefelsaures Natron.

Es ist daher für solche, welche den Bädern keine besondere Aufmerksamkeit schenken, ein Vortheil, den Bädern organische Salze, besonders citronensaures Natron zuzusetzen, obwohl es richtiger ist, die freie Schwefelsäure, welche ja einen Nickelausfall anzeigt, mit Nickel wieder zu sättigen, um einen gleichen Metallgehalt im Bade zu erhalten. In solchen Bädern, in denen die freie Schwefelsäure nicht direkt sich im Bade durch die Reaktion auf Congopapier sich geltend macht, kann man dieselbe doch indirekt an der vermehrten Citronensäuremenge, welche im Bade auftritt, messen. Das Plus der Citronensäure kann man mit Nickeloxydulhydrat abstumpfen.

Das Alkalischwerden des Bades durch Zersetzung des Amoniaksalzes, tritt nicht sogleich zur Erkennung, bei Bädern, welche freie Säuren, z. B. Citronensäure enthalten, da das Ammoniak durch die Säure gebunden wird. Bei Bädern mit Nickel, Ammoniaksalzen, ohne andere Zugaben, tritt alkalische Reaktion auf, rothes Lakmuspapier wird gebläuet. Bei anderen Bädern mit freien Säuren erkennt man das Auftreten von Ammoniak an der Verminderung der freien Säure, wenn man die Menge derselben durch Titriren bestimmt.[1])

Wiederherstellung der Nickelbäder. Gewöhnlich werden die sauer gewordenen Bäder mit Ammoniak neutralisirt, oder mit organischen Salzen, wodurch, wie wir

[1]) Die Nikelbäder lassen sich gut titriren; man verfährt wie bei der Bestimmung der freien Schwefelsäure im sauren Kupferbad. Bei der Citronensäure nimmt man als Indicator Phenolphtaleïnpapier.

oben gesehen haben, die Schwefelsäure gebunden, und dafür eine äquivalente Menge, für das Bad nicht nachtheiliger organischer Säure auftritt.

Beide Arten der Entsäuerung sind nicht rationell, denn die freie Schwefelsäure war an Nickel gebunden und rührt von einem Minus an Nickel im Bade her; sie stammt daher, dass sich weniger Nickel von der Anode löste als Nickelmetall ausgefällt wurde. Man muss sie desshalb, weil man den Metallgehalt des Bades annähernd auf gleicher Menge erhalten will, mit Nickel wieder sättigen, sonst bekommt man mit der Zeit zu viel Ammoniaksalze ins Bad; auf diese Weise erhält man dann das Bad immer gleich. Man nimmt am besten kohlensaures Nickeloxydul oder Nickeloxydulhydrat, am besten letzteres und zwar in frisch gefälltem Zustande. Zu diesem Zwecke hält man sich am besten folgende Mischung vorräthig, mit welcher man das Bad neutralisirt, d. h. solange unter gutem Umrühren, zusetzt bis Congopapier in einem (bei Anwesenheit von freier Borsäure) Tropaeolinpapier im andern Falle (bei freier Citronensäure) nicht mehr verändert wird.[1])

Man löst 480 gr schwefelsaures Nickel in 5 l Wasser setzt so viel Natronlauge zu, bis in einer abfiltrirten Probe auf weiteren Zusatz von Lauge keine Fällung mehr entsteht. Man wäscht dann durch öfteres Aufgiessen von Wasser und Abgiessen nach dem Absetzen aus und sammelt das gefällte Nickeloxydulhydrat

[1]) Man sättigt hier nur die freie Schwefelsäure, nicht aber die freien anderen Säuren, z. B. Bor- oder Citronensäure. Wollte man auch die Citronensäure sättigen mit Nickel, so muss man so lange Nickeloxydulhydrat zusetzen, bis Congopapier nicht mehr gebläut wird.

auf ein Filter. Den Niederschlag rührt man dann mit destillirtem Wasser an, gibt den Brei in eine Flasche und setzt Wasser zu, dass das Ganze einen Liter beträgt. Beim Gebrauche schüttelt man gut um; je 100 ccm des gemischten Breies enthalten dann 10 gr Nickelmetall; für je 10 gr freie Schwefelsäure setzt man 60 ccm dieser Nickeloxydulhydratlösung zu.

Bei alkalisch gewordenen Bädern neutralisirt man mit verdünnter Schwefelsäure, bis Lakmuspapier eben schwach geröthet, Congopapier jedoch noch nicht gebläut wird.

Analyse der Nickelbäder. Die Analyse der Nickelbäder ist nicht so einfach zu bewerkstelligen wie z. B. die der Kupfer- oder Silberbäder; man lässt sie daher am besten in einem chemischen Laboratorium ausführen. Man giebt zugleich die anfängliche Zusammensetzung des Bades an und es werden dann mit geringen Kosten die Veränderungen des Bades festgestellt werden können. Käufliche, gemischte Vernickelungssalze anzuwenden, möchten wir besonders deshalb abrathen, weil der Vernickler dann niemals die Bestandtheile seines Bades kennt. Mit den von uns angegebenen Vorschriften wird der rationelle Arbeiter auskommen.

c. Zinnbad. Von diesen wie von dem folgenden gilt wieder das auf Seite 116 unter e Gesagte. Die Bäder für die galvanische Verzinnung, welche in verschiedenen Büchern angegeben sind, haben uns keine brauchbaren Resultate geliefert. Dagegen gelang uns eine schöne Verzinnung mit einer Lösung von Zinnchloridchlorammonium (Pinksalz), wovon der Liter 10—20 gr dieses Salzes $SnCl_4 + 2NH_4Cl$ enthält. Dieses Salz enthält

32,16 % metallisches Zinn. Als Anoden bedient man sich Platten aus Zinn.

Roseleur empfiehlt nachstehende Lösungen:

	I.	II.
Zinnsalz	100	12
Phosphorsaures Natron	200	100
Destillirtes Wasser	10 Kilo	10 Kilo

Eine andere Vorschrift ist: In 10 l einer Aetznatronlösung von 3° Bé löst man 1 gr Zinnchlorür und 3 gr Cyankalium.

Dieses Bad soll ausgezeichnete Resultate liefern.

d. Eisenbad. Mit diesem Bade wird besonders das Verstählen von zum Drucke bestimmten Kupferdruckplatten bewirkt. Die Kupferplatte wird an die Kathode geschaltet und überzieht sich dann in sehr kurzer Zeit mit einem hellgrauen Eisenhäutchen, welches Stahlhärte besitzt und so dünn ist, dass Abdrücke von der nackten und von der verstählten Druckplatte durchaus keinen Unterschied wahrnehmen lassen.

260 gr Eisenvitriol, reiner,
120 gr Salmiak, reiner,
10 l Wasser, destillirtes.

Als Anode dient eine Eisenplatte.

Oder:

2,5 kg Eisenvitriol,
1,25 „ Salmiak,
10 l destillirtes Wasser.

Obernetter giebt zum Verstählen von Kupferplatten folgende Vorschrift:

300 gr Eisenvitriol (= schwefelsaures Eisenoxydul),
300 gr schwefelsaures Eisenoxyd,
600 gr Salmiak (Chlorammonium),
10 l Wasser, destillirtes.

Die Lösung wird vor jedesmaligem Gebrauche filtrirt.

e. Kobaltbad.

400 gr Kobaltchlorür,
200 gr Salmiak (Chlorammonium),
200 gr Salmiakgeist,
1000 gr destillirtes Wasser.

f. Wismuthbad. Das Ueberziehen der Metalle mit Wismuth auf galvanischem Wege ist bis jetzt nicht mit Erfolg ausgeführt worden.

III. Theil.

A. Bäderraum.

I. Leitungen und Bäder.

a. Leitungen. Zuleitung. Von der Stromquelle zur Verwendungsstelle haben wir den Strom in Drahtleitungen zu führen und zwar vom positiven Pol des Stromerzeugers bis zu den Anoden, von der eingehängten zu metallisirenden Waare zurück zum negativen Pol.

Damit der durch den Widerstand der Leitungen bedingte Verlust an Spannung in ökonomischen Grenzen bleibt, wählt man für 2 durchzuleitende Ampère einen Querschnitt von 1 qmm Kupferdraht, wie Tabelle Seite 12 angiebt.

Wenn auch bei den vorkommenden Spannungen Holz eine genügende Isolation bietet, so empfiehlt es sich doch im Interesse der Sauberkeit, Porzellanisolatoren zu verwenden, welche mit Holzschrauben in an der Wand oder sonst befestigte Holzleisten eingeschraubt werden; solche Isolatoren kosten einige Pfennige und die Drähte lassen sich mit Bindedraht gut befestigen.

Die Ausgänge der Leitungen an den Stromquellen sind entweder Quecksilbernäpfe oder Verschraubungen an den Maschinen. Es soll hier wiederholt darauf

aufmerksam gemacht werden, dass letztere Contakte grosse Verluste ergeben können. Je grösser und entwickelter eine Anlage wird, desto schwieriger wird dann das Aufsuchen eines Fehlers, und wird auf langjährige Erfahrung begründet, empfohlen, alle Verschraubungen möglichst zu vermeiden.

Schaltapparate. Ist die Verwendung jeder Stromquelle eine umwandelbare, so wird man mit den Leitungen direct zu den Bädern gehen, ist dies aber nicht der Fall, will man Freiheit in der Verwendung der Stromquellen haben, so schaltet man oft mit Vortheil vor den Bädern einen allgemeinen Umschalter ein oder verwendet kleinere bei jedem Bade.

Wir wollen hier einen für alle Fälle passenden anführen, Vereinfachungen ergeben sich von selbst. Haben wir wie in der Fig. 17 die horizontalen Doppelleitungen für die Stromquellen 1, 2, 3 etc. und die vertikalen Bäder-Doppelleitungen in entsprechendem Abstand darüber a, b, c, so muss z. B. die Möglichkeit vorhanden sein, die Leitungen für a mit irgend einer Stromquellenleitung verbinden zu können, d. h. + a mit + 1, + 2, + 3 etc. und — a mit — 1, — 2, — 3 etc.

Die verschiedenen Arten der Ausführung sind Sache des Mechanikers.

Eine Ausführung, die man gut selbst herstellen kann, bietet die Anwendung von Quecksilbernäpfen, welche in Fig. 17 mit x_1 x_2 und y_1 y_2 angedeutet sind.

Das Einlegen eines Bügels x_1 x_2 und y_1 y_2 stellt dann die Verbindung her. In diesem Falle kann man an Quecksilbernäpfen sparen, wenn man z. B. x_2 so legt: dass alle Näpfe für 1, 2, 3 in einem aus x_2 gezogenen

Radius dazu liegen und was dergleichen für jeden Fall zu erdenkende Kunstgriffe mehr sind.

Immer haben wir den grossen Vortheil, schnell ohne Zuhülfenahme irgend welcher Hülfsdrähte und unsicherer Verbindungen jede Combination ausführen oder aufheben zu können.

Dass bei derartigen Apparaten auch eine gute Bezeichnung nothwendig ist, soll hervorgehoben werden. Man bedient sich gut aufgeklebter Schildchen, die man mit Zapon lackirt oder mit Glas bedeckt.

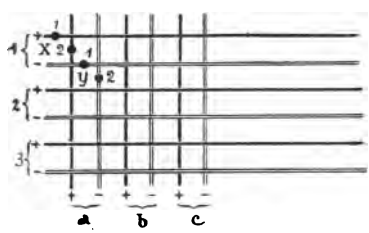


Fig. 17.

Will man die Einrichtung auch benützen können, um Bäder hintereinander zu schalten, so braucht man zu den Stromleitungen nur einige todte Leitungen im Apparate anzubringen, mittels deren man die betreffende Verbindung z. B. vom + eines Bades zum — des folgenden bewerkstelligt. Oft werden dabei aber die Umwege, welche der Strom zu durchlaufen hat, zu gross und man wendet dann lieber kleinere Umschalter an den Bädern selbst an. Man muss sich eben vor der Ausführung einer Leitungsanlage überlegen, was für Verbindungen nothwendig vorkommen werden und darnach einrichten. Die beschriebenen Einrichtungen sind für sehr grosse Verhältnisse mit sehr wechselndem Betriebe gedacht. Sie war ausgeführt in einfacherer Form (weniger Stromquellen) bei einer Versilberungseinrichtung auf Gewicht. Für Vergoldung, vorkommende Ver-

kupferung war ein grösserer Strom nothwendig, ebenso ein weiterer für die Deckarbeit, von der später die Rede sein wird. Ebenso waren die Verwendungsstellen: Silberbäder, Gold- und Kupferbad, besondere Arbeiten, wie galvanisiren von Hohlräumen verschiedene.

Man sieht also, dass derartige Einrichtungen bequeme, viel Zeit und Verlust sparende Ergänzungen des Betriebes bilden können.

Die Vereinfachung auf kleinere Verhältnisse ist von Fall zu Fall leicht zu bewerkstelligen.

Badeeinrichtung. Entweder führen nun die Leitungen direct oder vom Umschalter zu den Bädern. Da nun der Luftraum oberhalb der Bäder möglichst frei sein soll, um so freier, je grössere Stücke eingebracht werden müssen, so geschieht die Zuleitung am besten vom Boden, dies ist aber selten ausführbar, und so ist zu empfehlen, die Leitungen so hoch zu führen, dass man rings um die Bäder gehen kann. Die direkten Zuleitungen zu den einzelnen Bädern können dann in der Mitte der am wenigsten gebrauchten Seite erfolgen, siehe Fig. 18, selbstredend können kleinere Bäder, die man leicht übergreift, die Zuleitung ohne solche Umstände erhalten.

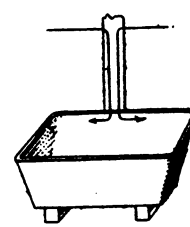


Fig. 18.

Die Leitungen endigen nun in über die Bäder gelegte Stangen, welche einerseits die Anoden, andererseits die Waaren aufzunehmen haben.

Diese Stangen müssen nun für alle die verschiedenen, vorkommenden Waarengrössen leichtest verschiebbar sein und ist desshalb folgende Einrichtung zu empfehlen.

Dabei soll gleich gesagt werden, dass alle weiteren Einhängevorrichtungen für die zu metallisirenden Gegenstände in dem betreffenden Kapitel ihre Beschreibung finden.

Um nun den angedeuteten Zweck zu erreichen, lässt man die Anoden und Waarenstangen auf zwei Paaren Längsstangen gleiten wie Fig. 19 und 20, wir erhalten dadurch zwei gleiche Systeme, so nahe als thunlich übereinander.

An je eine der beiden Längsstangenpaare werden nun die Enden der Leitungen mit leicht lösbaren Ver-

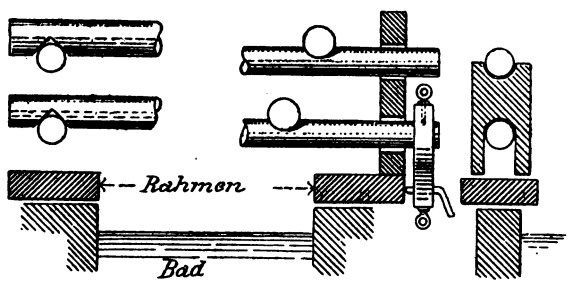


Fig. 19. Fig. 20.

bindungen befestigt. Es empfiehlt sich hier, der möglichen Verspritzung des Quecksilbers wegen, nur Klemmen anzuwenden, die der besseren Reinigung halber nicht an die Leitungsenden angelöthet sein sollen. Man kann auch die Zuleitung in festen Metallbügeln oder Auflagern enden lassen, in welche die Stangen einzulegen sind. Was die einzelnen Waarenstangen betrifft, so fügen wir gleich bei, dass aus später zu erörternden Gründen für die Waaren in Silberbädern noch eine mittlere Längsstange angewendet wird, Fig. 21, und demnach halb so

lange Waarenstangen. Die Waaren- und Anodenstangen sind an den Enden dachförmig eingefeilt, um sicher aufzuliegen. Sie bestehen wie die Längsstangen aus entsprechend starken Messingröhren, eventuell massiven Stangen und werden z. B. für Gewichtsversilberung stets leicht versilbert gehalten.

Dieses System von Längs- und Gleitstangen oder Röhren schmiegt sich nun jedem Einzelbedürfniss gut an. Dasselbe ist aber der Verunreinigung sehr ausgesetzt und muss wegen der dadurch entstehenden Kontaktfehler oft geputzt werden, es muss also leicht entfernbar sein. Man legt desshalb auf die Ränder des Bades einen sauberen Holzrahmen, wie schraffirt in Fig. 19. Derselbe liegt nur an 4 Punkten auf, um keinen Anlass zum Aufsaugen und Festhalten von Feuchtigkeit zu geben, und ist an den Seiten für die Längsstangen erhöht, um je ein paar Löcher für die Aufnahme dieser zu erhalten. Für sehr lange Bäder wird man die Stangen in einzelnen Böcken, wie Fig. 20 lagern. Immer soll man Sorge tragen, die Gleitstangen thunlichst alle Bäder gleich lang zu bekommen.

b. Widerstände und Messapparate. Damit hätten wir die Leitungen erledigt, wenn der durch dieselben nunmehr gelieferte Strom immer ganz im Bade zur Verwendung kommen könnte. Sehr oft haben wir aber z. B. nicht Waare genug im Bade und wir müssen das Zuviel an Strom anderweitig verbrauchen um es nicht ins Bad zu bekommen.

Haben wir es mit einer Anordnung zu thun, wo zwischen Hin- und Rückleitung nur immer ein Bad eingeschaltet, also Parallelschaltung angewendet ist, so legen wir in die Badzuleitung einen Apparat den wir,

wie früher erwähnt und berechnet, Widerstand heissen. Man muss sich nun stets von den Stromverhältnissen und den dadurch bedingten Niederschlagsmengen überzeugen können und desshalb müssen neben den Bädern auch die entsprechenden Messapparate angebracht sein.

Wie früher beschrieben, haben wir zwei Messinstrumente nöthig, Voltmeter und Ampèremeter. Selbstverständlich sind diese Instrumente an jedem Bade nothwendig, nur das Ampèremeter kann für eine Badgruppe hintereinandergeschalteter Bäder in einem Exemplar genügen.

Mit dem Voltmeter messen wir die Spannung, welche für die das Bad durchfliessende Strommenge nothwendig ist.

Eine Änderung in derselben zeigt uns eine Vermehrung oder Verminderung des Widerstandes in dem Bade an. Eine solche Aenderung wird hervorgerufen durch die stärkere oder geringere Beschickung des Bades mit Waare, also durch die Aenderung der Niederschlagsoberfläche oder auch durch die Aenderung der chemischen Zusammensetzung, der Temperatur des Bades u. s. w.

Letztere Verhältnisse müssen nun gleich erhalten werden, die Aenderung der andern Verhältnisse werden durch den Nebenschluss — man könnte eigentlich sagen Ergänzungs-Widerstand — ausgeglichen.

Haben wir den Nebenschlusswiderstand als Zweigleitung zwischen den Badpolen angebracht, so muss dies auch beim Voltmeter geschehen, denn wir wollen nach der Angabe des Voltmeters, resp. nach dessen vom normalen abweichenden Stand, mit Hülfe des Nebenschlusswiderstandes den normalen Stand herbeiführen.

Wir führen demnach von den gemeinschaftlichen Polen des Bades und des Widerstandes dünne Verbindungsdrähte zu den Polen des Voltmeters; während nun das Voltmeter zwischen den Leitungsenden des zu messenden Bades eingeschaltet wird, wird das Ampèremeter selbstverständlich in die Leitung gelegt, und zwar nur nach der Abzweigung des Nebenschlusswiderstandes, wenn wir aus der angezeigten Zahl der durch das Bad gehenden Ampères das entstehende Niederschlagsgewicht controliren wollen. Es ist dies nicht nothwendig, da wir durch den Nebenschluss immer dieselbe Stromdichte aufrecht erhalten, also auch mit den Angaben Zeit und Oberfläche der Waare die Niederschlagsmenge annähernd bestimmen. Nur bei dem hohen Preise des Goldes empfiehlt sich die erst beschriebene Anbringung. Sonst bringt man ein Ampèremeter in jeder Leitungsabzweigung an, wenn paralellgeschaltet, und nur eines, wenn hintereinandergeschaltet ist. Stärkere Niederschläge werden ohnehin, wie Silber und Kupfer, direkt durch Wägung bestimmt.

Um nun nicht für jedes Bad ein eigenes Voltmeter haben zu müssen, kann man ein gemeinschaftliches an einem geeigneten Platze anbringen und die Voltmeterleitung mit Abzweigungen nach jedem Bade versehen. Die Enden dieser Abzweigungen lässt man z. B. in Quecksilbernäpfe endigen, welche durch geeignete Bügel für die Dauer der Messung die betreffende Abzweigung mit den Badpolen verbinden. Es ist dieses Verfahren hier gut zulässig, weil ein auch ziemlich bedeutender Widerstand in der Voltmeterleitung ohne Einfluss auf die Angaben der Instrumente ist und natürlich auch kein Stromverlust durch dieselbe entsteht.

Es ist hier hervorzuheben, dass die an den käuflichen Widerständen angebrachten Galvanometer für uns ganz bedeutungslos sind. Dieselben geben wohl die Stromrichtung an, und ob der Strom stark oder schwach ist. Wir bedürfen aber der Angabe in einem wirklichen Maasse für die Stromstärke und das sind eben die Ampères, aus denen wir auch leicht die stündlichen Niederschlagsmengen berechnen können. Sind die Ampèremeter direkt vor einem Bade angebracht und nur für dieses geltend, so kann man die Zahlen des Instrumentes direkt durch die stündlichen Niederschlagszahlen ersetzen, oder diese daneben setzen.

Wir müssen nun hier noch die Bemerkung anfügen, dass diese Messinstrumente leider nicht unbedingt zuverlässig sind und sich in ihren Angaben auch mit der Zeit ändern. Es ist also nothwendig, dieselben von Zeit zu Zeit z. B. in einer Versuchsstation nach aichen zu lassen.

Es mögen manchem diese Einrichtungen viel zu komplicirt und unnöthig erscheinen, allein es ist zu bedenken, dass man in jeder anderen Technik gewohnt ist, sich z. B. über Maass- und Gewichtsverhältnisse, über Maasse aller Art entsprechend genaue Rechenschaft zu geben, und dass es doch kaum mit einer guten Arbeit verträglich ist, über die in einer bestimmten Zeit erzielten Niederschläge vollständig im Unklaren zu sein. Um aber einen bestimmten Anhalt zu bekommen, ist es nothwendig, stets über die Verhältnisse unterrichtet zu bleiben, man muss in der Lage sein, stets gleiche Verhältnisse, auch bei verschiedenem Bedarf, verschieden gefüllten Bädern herbeizuführen. Sonst wird man z. B. heute eine dünne, morgen eine unverhältnissmässig starke

Vernickelung erzielen, ganz abgesehen von den Arbeiten mit theuren Metallen, wie Gold und Silber.

Die Messinstrumente werden auch eine erwünschte Kontrole für Aenderungen in der chemischen Zusammensetzung und Badtemperatur geben (wenn auch für letztere immer ein Thermometer zur Benutzung gelangen soll), sodann über Fehler z. B. an den Kontakten. Ausserdem sind die betreffenden Einrichtungen nicht zu theuer, sie machen sich durch die dadurch mögliche genaue Kostenberechnung überdies bald bezahlt, und die Anwendung ist eine sehr einfache, die der gewissenhafte Arbeiter bald nicht mehr entbehren wollen wird.

c. **Deckeinrichtung.** Wir haben bei der Besprechung der Bäder gesehen, dass in manchen Fällen eine elektromotorische Gegenkraft durch die eingehängte Waare hervorgerufen wird, dass also in solchen Fällen besonders der Anfangsstrom, bis die Waare mit dem betreffenden Metall überzogen ist, ein stärkerer zu sein hat. Auch ist es fast in allen Fällen besser und oft nothwendig, die Waare möglichst rasch mit einem gleichmässigen Ueberzug des betreffenden Metalls zu versehen, wir sagen: möglichst rasch zu decken. Bedenkt man nun, dass ein Bad nicht auf einmal mit Waaren gefüllt und nicht auf einmal entleert wird, so sieht man, dass das Bedürfniss eines stärkeren Anfangsstromes für das eben zum Einhängen gelangende Stück, oder den an einer Stange zum Einhängen gelangenden Stücken vorhanden ist. Zweckmässig müssen wir nun in der Lage sein, dies für eine Stange zu erreichen, d. h., wir müssen durch eine beliebige Waarenstange zeitweise einen stärkeren Strom zur Verfügung haben, als für

die anderen und zwar wird sich das stärkere auf die Stromdichte, oder auf die Spannung beziehen. Man hilft sich nun damit, dass man sämmtliche anderen Waarenstangen durch Unterlegen mit isolirendem Material, Papier, Gummi, für die Zeit des Deckens ausser Arbeit setzt, besser aber ist es immer für die betreffende, vorübergehend mit Deckstange zu bezeichnende Waarenstange, einen eigenen Strom von entsprechenden Abmessungen zur Verfügung zu haben. Einen solchen Strom kann man durch Abzweigung von der Hauptleitung erhalten, man kann aber auch eine eigene Quelle dafür beschaffen; das letztere ist sogar nothwendig, wenn man während des Deckens die Strom- und Niederschlagsverhältnisse des Theiles einer Anlage, welcher von der betreffenden Stromquelle gespeist wird, nicht ändern will.

Wir halten dieses für Gewichtsversilberung und für Waaren, welche einen Gegenstrom hervorrufen für so wichtig, dass wir hier unbedingt eine eigene Stromquelle, Maschine, Akkumulator oder Batterie, oder auch Stromabzweigung mit passenden Regulirwiderständen, empfehlen. Für Waaren, welche Gegenstrom hervorrufen, genügt die Erfahrung anzuführen, dass eine gut haftende Verkupferung auf Eisen z. B. durch unpassende Stromänderung zum Aufstehen gebracht werden kann! Für diese besondere Stromquelle und deren Einleitung in die Bäder werden wir nur ein Voltmeter gebrauchen, denn die damit erzielten Niederschlagsmengen sind ja unbedeutend, wohl aber werden wir einer möglichst bequemen Einrichtung bedürfen, um aus dieser zweiten Stromquelle auch bedienen zu können.

Wir legen z. B. links neben die Längsstange für die

Waarengleitstangen eine zweite Längsstange etwas höher und verbinden diese mit der zweiten Stromleitung.

Legen wir die Waarenstange nun auf diese zweite Laufstange und isoliren dieselbe von der rechten Längsstange durch einen Reiter aus Hartgummi und dergl., so haben wir in die Waarenstange den zweiten Strom eingeleitet, die Waarenstange zur Deckstange gemacht, selbstverständlich muss zu diesem Zwecke die Waarenstange etwas länger sein, als zum Auflager auf die Längsstangen sonst nothwendig ist. Die Ableitung des zweiten Stromes geht gemeinschaftlich durch die Anodenlängsstangen, und zweigt von der Leitung irgendwo ab.

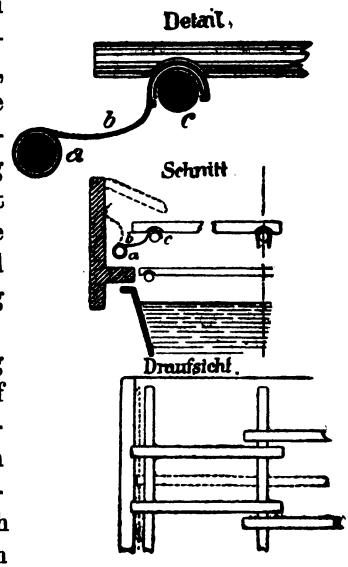


Fig. 21.

Eine andere Lösung ist die, mittels eines auf die Längsstange aufzulegenden Reiters, der unten durch ein isolirendes Material isolirt, oben jedoch leitet, den Reiter befestigen wir an einer von der Decke herabhängenden Drathspirale, welche mit der Leitung der zweiten Stromquelle in Verbindung ist oder bilden (Fig. 21), den Reiter b am rückwärtigen Ende zu einer Röhre a aus, die sich auf der Decklängsstange verschieben und zurücklegen lässt.

d. Bewegen des Bades. Wenn man den Vorgang

im Bade verfolgt, so findet man, dass an der Waarenoberfläche das Bad metallärmer, also specifisch leichter werden muss. Dadurch, dass die leichter gewordenen Badtheile nach oben streben, entstehen besonders an Kanten regelmässige Strömungen, welche sich im Niederschlag als vertiefte Rinnen ausdrücken. Auf die Badoberfläche fallende Staubtheilchen sinken nach und nach unter, legen sich auf die Waarenoberfläche fest und bilden den Anlass zu Knoten- und Perlenbildung beim Niederschlag.

Die Badflüssigkeit selbst ist in den tieferen Theilen immer concentrirter als in den oberen. Alle die Gründe verursachen besonders bei stärkeren Niederschlägen Unregelmässigkeiten und Schäden, denen man nur durch fortwährendes Bewegen der Flüssigkeit steuern kann, durch welche Bewegung das Bad stets gemischt wird und das Ablagern der Staubtheilchen verhindert wird. Solche Bewegungsvorrichtungen sind in bequemer Weise durch folgende Einrichtung zu bewerkstelligen:

An einem unter der Decke angebrachten Wagebalken, der am besten sich auf Schneiden dreht, bringt man über das betreffende Bad Arme an, welche über das Bad etwas herein reichen, an diesen Armen hängt mittels gewöhnlicher Schraubenösen ein Paar senkrechter Stangen, die unten ein stets im Bad befindliches Brett tragen; alle Theile, welche mit der Badflüssigkeit in Berührung kommen, sind mit Parafin oder ähnlichen Stoffen imprägnirt. Direkt vor das Brett hängt man eine Anodenreihe. Durch ein periodisches Hin- und Herdrehen des Wagbalkens werden die Bretter auf- und abwärtsgestossen und bringen so die Flüssigkeit in Bewegung. Bei sehr

langen (über 1,5 m) Bädern, bringt man an beiden Enden eine derartige Vorrichtung, die sich aber entgegengesetzt bewegt, an.

Es ist dabei zu bedenken, dass die Bewegung keine zu heftige werden darf.

Man kann dieselbe von der Transmission aus betreiben, arbeitet man aber auch Nachts, so kann man zu einem sogenannten Schwankwerk greifen, dass aus der Wasserleitung oder einem Reservoir gespeist wird.

Eine solche Vorrichtung besteht nach der Fig. 22 aus einem Kippgefässe, dessen eine Seite stets unter dem Zulauf ist. Hat sich die eine Hälfte gefüllt, so kippt das Gefäss vermöge seiner Schwere um, dreht das ganze System nach der einen Richtung und es gelangt die andere Hälfte des Gefässes unter den Zulauf, während sich die erstere entleerrt. Die Vortheile

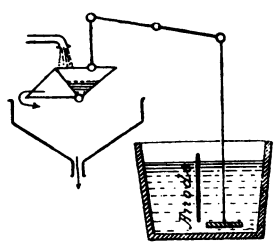


Fig. 22.

einer solchen Einrichtung für starke Kupfer- oder Silberniederschläge sind ganz überraschend. Die stärksten Kupferniederschläge werden ganz glatt erhalten. Für ebene Flächen, wie Clichés etc. empfiehlt es sich auch direkt vor der Niederschlagsfläche einen Stab (Glas) hin und her gehen zu lassen.

e. **Badkasten.** Wir haben uns nunmehr mit den Badgefässen selbst zu beschäftigen, deren Inhalt, die Bäder, in einem eigenen Kapitel besprochen werden. Für alle nicht sauren Bäder ist immer das beste und reinlichste, emaillirtes Gusseisen. Für kleinere Gefässe ist Glas zu empfehlen. Die glasirten Thonge-

fässe sind jedoch für theure Bäder zu vermeiden, da die innere und äussere Glasur oft Risse hat. Der Thonkörper saugt sich dann mit dem Bade voll, und die Salze wittern an den Rissen der Aussenglasur aus, dagegen sind für kleinere Dimensionen Steinzeuge zu empfehlen. Gegen Glas oder hell emaillirte Gefässe haben sie immer den Nachtheil, dass die Flüssigkeit nicht durch von der Wand reflectirtes weisses oder nahezu weisses Licht erhellt wird.

Für saure Bäder dienen Holzkufen, mit verlöthetem Blei ausgeschlagen. Dabei ist das Blei immer zuerst gegen das Licht zu halten, um Poren zu entdecken und sorgfältig alles zu vermeiden, was Brüche oder feine Löcher verursachen kann, die nachher schwer aufzufinden sind. Die Bleitafeln werden mittels Zinnloth und Stearin als Flussmittel sauber verlöthet. Um den Boden der Bäder gegen abfallende schwere oder scharfe Stücke zu schützen, ist es gut, denselben mit dünnen, beschwerten oder sonst gehaltenen Holzbrettchen zu belegen. Die Wände bei mit Blei ausgeschlagenen Gefässen werden mit in Parafin etc. imprägnirten, unten beschwerten Tüchern ausgeschlagen, um Contakte durch anliegende Metalltheile zu vermeiden.

Für specielle Zwecke kann man sich aus mit Parafin etc. imprägnirten Stoff oder Papier, Kästen machen, die durch Holz verstärkt werden. Wendet man z. B. in Holzgefässen 2—3 Lagen solch' einer präparirten Leinwand an, so erhält man sehr dauerhafte und billige Gefässe. Es ist darauf zu achten, dass die Gefässe im Licht stehen, die Decke des Badraumes ist daher auch öfters zu weissen. Die Bäder sollen nicht über 90 cm hoch sein, bei grossen Gefässen noch niederer. Ferner

muss die Aufstellung so sein, dass Lecke sofort entdeckt werden. Hülfsgefäse zum Entleeren der Bäder sind ebenfalls vorzusehen.

2. Sonstige Einrichtung im Bäderraum.

a. Nebengefässe. Bei theueren Metallbädern direct daneben, immer aber möglichst nahe, sind Gefässe zum Abspülen der dem Bade entnommenen Gegenstände anzubringen. Bei Edelmetallbädern wendet man besser zwei solche Gefässe an. Das Wasser des ersten soll immer alkalisch reagiren, die Gewinnung der in diese Abwässer gebrachten Metalle, die einen nicht zu unterschätzenden Werth erreichen, ist eine verschiedene; bei Silber gibt man so lange Salzsäure zu, bis keine Trübung mehr entsteht, und gibt den Niederschlag von Cyansilber zu den andern Resten. Die Gefässe sind am besten glasirte Tongefässe.

Siehe auch bei den einzelnen Metallbädern: Verwerthung alter unbrauchbar gewordener Bäder oder Waschwässer.

Alle diese Bäder und Schwankwässer stellt man auf Hölzer, damit dieselben frei vom Boden und der Luft zugänglich sind.

b. Arbeitstische. Direkt neben den Bädern bedürfen wir eines Tisches für Waagen, Instrumente und einen weiteren für besondere kleinere Arbeiten. Unbedingt nothwendig wird die Waage für Gewichtsversilberung, Silbergalvanoplastik — Gold kommt hier nicht vor, die niedergeschlagenen Mengen sind so gering, dass hier nach dem Ampèremeter berechnet werden muss. Bei der Gewichtsversilberung aber muss an jedem einzelnen oder Dutzend das Gewicht bestimmt werden durch Wägung

vor und nach der Versilberung, mit Controlwägungen während des Processes.

Sehr bequem ist dann ein weiterer Tisch, den man für kleinere Arbeiten, Metallisiren von Innenräumen, Versuchen etc. benutzen kann. Denselben stattet man mit senkrechten Metallstangen oder Röhren aus, welche mit den Leitungen verbunden sind; auf diesen Stangen sind, wie bei ähnlichen Laboratoriumsapparaten horizontale Stangen verschieb- und fest klemmbar.

Damit haben wir alles direct zu den Bädern gehörige besprochen und sind die Einrichtungen alle so, dass, wir möchten sagen keine wilden, unordentlichen Verbindungen vorkommen, dass wir stets in kürzester Zeit, sicher und ohne Kontaktverluste, den Strom an den betreffenden Stellen, regulirbar, zur Verfügung haben.

c. **Kratzbank.** Ein sehr wichtiges Instrument bildet die Kratzbank, der Hauptsache nach aus einer horizontal in Arbeitshöhe gelagerten Spindel bestehend, welche durch Fuss oder Maschine in rasche Umdrehung versetzt wird und auf welche Spindel runde Drathbürsten gesteckt werden. Der Zweck ist, die metallisirten Oberflächen glatt zu bürsten, denselben einen gleichmässigen Glanz zu verleihen und das kristallinische Matt des Niederschlags zu zerstören. Die Bürsten bestehen aus verschiedenen starken, dem Zwecke angepassten Metalldräthen, meistens Messing und ist die Dauer solcher Bürsten wesentlich abhängig von der Federkraft des Drahtes und der guten Fassung. Man thut gut, dieselben nur von guten und grösseren Specialfirmen zu beziehen.

Ueber der Bürste, die stets nass gehalten werden muss, befindet sich ein Gefäss mit dem Kratzwasser

(Absud von Süssholz oder Weinsteinlösung), welches die Flüssigkeit durch ein horizontales Rohr mit Absperrhahn über die Bürste bringt, in den Auslauf bringt man passend einen abgebogenen Drath, der dem Flüssigkeitsstrahle die Richtung gibt. Die in der Fig. 23 gezeichnete Anordnung ziehen wir der vor, bei welcher die Axe senkrecht zur dem Arbeiter ist, läuft die Bürste gegen den Arbeitenden, so kommt man am besten in alle Tiefen des zu kratzenden Gegenstandes, der freie Raum unter der Bürste soll mindestens 35 cm betragen. Hinter der Bürste wird in passender Entfernung eingebogener Auffangschirm für das abspritzende Wasser angebracht, unter der Bürste befindet sich ein flaches Sammelbassin mit Ablauf und untergestelltem Sammelgefäss, aus dem dann die Flüssigkeit wieder in das obere Gefäss geschüttet wird.

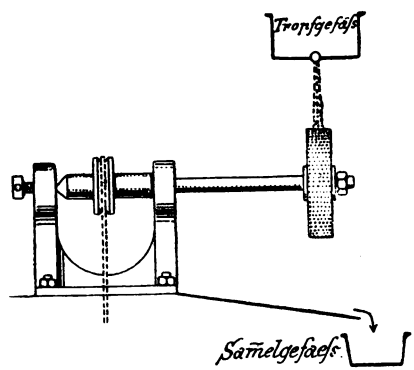


Fig. 23.

Selbstverständlich sind je nach der Waare und Umfang des Betriebes auch mehrere solcher Kratzbänke nothwendig. Zu denselben gehört auch ein Sortiment Handbürsten für Stellen und Gegenstände, die nicht unter die rotirende Bürste gebracht werden können. Die Preiskourante enthalten hier alles zu wissen nothwendige.

d. Sägspähnkasten. Nach dem Abspülen und Kratzen ist die nasse Waare zu trocknen, was in Sägespähnen geschieht. Zu diesem Zweck empfehlen sich flach angebrachte Mulden mit Zwischenwänden und Ablegbrettern an der Wand. Die Sägespähne werden vor dem Gebrauche gesiebt, um Holzstücke etc. zu entfernen.

Damit haben wir das besprochen, was man mit Bäderraum bezeichnet:

Stromquellen, Bäder, Abwaschwässer, (für saure Bäder laufendes Wasser), Kratzbank und Sägspähnmulden.

Die allgemeinen an einen solchen Raum zu stellenden Anforderungen sind: Helligkeit, gleichmässige Temperatur und grosse Sauberkeit. Bei Transmissionsanlagen ist darauf zu sehen, dass kein Fett in die Bäder etc. spritzen kann, alle Arbeiten mit Fett, Schmutz etc. sind aus diesem Raum zu verbannen, das hier gebrauchte Werkzeug darf nicht in die Hände anderer Arbeiter gelangen, welche dasselbe fettig machen können, wie später bei der Besprechung der Arbeit besonders hervorgehoben werden wird.

Der Bäderraum bildet nun das eigentliche Arbeitsfeld des Galvaniseurs, in der Gesammtzahl der nothwendigen Arbeiten aber die Mitte. Wir bedürfen noch eines Raumes für die Vorarbeiten und einen für das Fertigstellen, in welch' letzterem auch manchmal noch Arbeiten für die Vorarbeiten zu erledigen sind, wie Schleifen, oder Herstellen von Modellen u. s. w., endlich die chemische Küche.

B. Reinigungsraum.

In diesem Raum soll nur die Reinigung der zu metallisirenden Metallgegenstände vorgenommen werden. Die Zwecke der einzelnen Theile werden an betreffender Stelle später genau zu erläutern sein, es scheint uns aber passend, die Einrichtungs-Gegenstände im Allgemeinen und im Zusammenhange vorzuführen.

1. Kochheerd. Vor allem haben wir hier den Kochheerd für die Laugen; um die Gegenstände von Fett und Schmutz zu befreien, einen Heerd mit zwei Kesseln, einen kleineren und einen grösseren aus emaillirtem Eisen. In den grösseren werden die Gegenstände gekocht, im kleineren von der gebildeten Fettseife durch warmes Wasser befreit. Die Grösse der Kessel ist nach dem zu erwartenden Betrieb zu bestimmen.

2. Putztisch. Weiter bedürfen wir des Putztisches um die Gegenstände mit Wasser, Bims zu bürsten, derselbe muss geräumig sein, an demselben hat niemand etwas zu suchen, ausser der betreffende Arbeiter.

Zum Bürsten legt man, der Abnutzung wegen, besondere Bretter unter und in die Nähe des Tisches bringt man die Utensilien, Draht, Ringe etc. an, an welchen die Gegenstände dann vor den weitern Manipulationen gehängt werden.

Ein grosses Gefäss mit reichlichem Wasserzu- und Ablauf ist weiteres Bedürfniss.

3. Abbrenneinrichtung. Nach dem Abspülen bedürfen wir zur chemischen Reinigung der Oberfläche, der Abbrenngefässe, welche der sich entwickelnden schädlichen Dämpfe wegen am besten im Freien stehen.

Dieselben bestehen aus glasirten Thongefässen, über die am besten ein Holzrahmen gelegt wird, auf dem eine starke Glasplatte als Deckel kommt. Die Glasplatte muss nach rückwärts aufgestellt werden können.

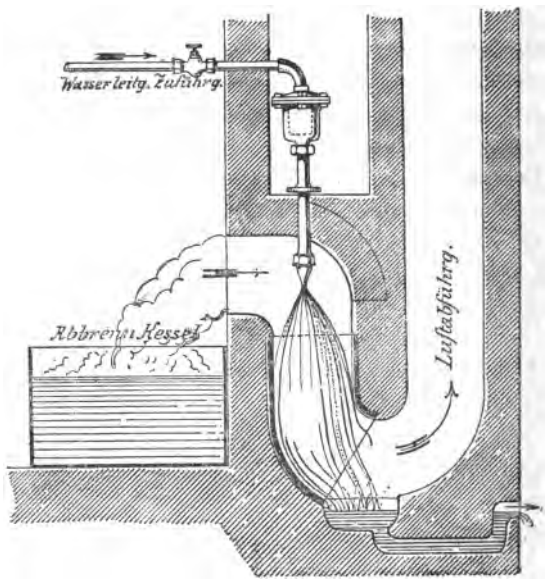


Fig. 24.

Will man dieselbe weiter schützen, so thut man dies durch einen nach der Seite aufschlagenden Holzdeckel. Das Ganze stellt man der Sicherheit halber in ein grösseres Holzgefäss und füllt, um im Winter die Kälte abzuhalten, die Zwischenräume mit Sägespähnen aus.

Für die Gesundheit der Arbeiter halten wir es für dringend geboten einen Abzug wie die Fig. 24 zeigt

über dem Abbrenngefässe anzubringen. Man saugt durch ein Wasserdüsengebläse (Mundstück aus Ebonit) die Luft ab, das Wasser absorbirt die Säuredämpfe, und führt dieselben in die Ableitung ab.

Da der Wasserstrahl nur für die kurze Dauer des Abbrennens zu wirken hat, so ist der Wasserverbrauch ein geringer; mit dem Abzuge durch Kamine sollte man sich nicht begnügen. Neben dem oder den Abbrenngefässen ist dann für reichliches Spülwasser zu sorgen.

Im gleichen Raum, theilweise auch im Bäderraum, haben dann auch die Gefässe für Quecksilberbeizen, saure Wässer zu stehen.

C. Chemische Küche.

Passend besprechen wir hier gleich die chemische Küche oder das Laboratorium. In derselben sollen alle besonderen chemischen Arbeiten vorgenommen werden, die Herstellung der Bäder, die Analysen. Hier, möglichst sicher vor unbefugtem Angriff sollen giftige und werthvolle Chemikalien ihre Aufbewahrung finden. Die nothwendigen, sich aus dem späteren ergebenden Apparate sind hier unterzubringen. Wir bedürfen dazu eines hellen, nicht grossen Raumes, dessen Haupteinrichtung in einem Abzugkasten mit Gas- und Wasserleitung besteht.

Wir bringen an einer, einen Kamin enthaltenden Wand einen Glaskasten an, dessen Boden aus säurefestem Material besteht, mit Wasserlauf. Oben ventiliren wir den Kasten mit einer Lockflamme in den Kamin.

D. Fertigstellraum.

Die Einrichtung der Abtheilungen zum Fertigstellen der Waare, zum Herstellen galvanoplastischer Modelle, für die Clichéfabrikation, Poliren von Silberwaaren, Schleifen von zu vernickelnden oder vernickelter Gegenstände, Montirungsraum für Gürtlerarbeiten, Aufbewahrungsraum, lässt sich allgemein nicht behandeln. Es ist dies auch nicht nothwendig und ergibt sich die Einrichtung in jedem einzelnen Falle von selbst. Nothwendiges wird später angeführt werden. Es soll hier nur gewissermasen im Groben die Theilung der Arbeitsräume betont werden, damit sich die gegenseitigen Arbeiten nicht schädlich beeinflussen.

Uebersichtlichkeit, strenge Reinlichkeit und Sauberkeit lässt sich nicht erzielen, wenn alle verschiedenen Manipulationen direkt neben und durcheinander vorgenommen werden. Immer brauchen wir gutes Licht, viel Wasser und daher auch eine gute Ableitung des verbrauchten, Ventilation und gute Heizung des Bäderraumes.

IV. Theil.

A. Galvanoplastik.

I. Einleitung.

Die Metallisirung nicht metallischer Gegenstände begreift die eigentliche Galvanoplastik in sich und benutzt fast als ausschliessliches Niederschlags-Metall das Kupfer.

Es kommt dieses daher, dass es merkwürdiger Weise noch nicht gelungen ist auf nicht metallische, durch Graphit leitend gemachte Flächen den Niederschlag resp. das Ueberwachsen von einem Punkte aus mit einem andern Metalle als Kupfer, eventuell Silber und Gold zu erzielen. Es gelingt für Silber und Gold, wenn man, wie wir später sehen werden, anstatt des Graphites die Oberfläche durch eine chemisch erzeugte Silberschicht leitend macht, doch ist auch dieses Verfahren ein so unzuverlässiges, dass man im Allgemeinen besser daran ist, um Silber- oder andere Galvanoplastik zu erzeugen, auf der graphitirten Oberfläche zuerst einen hautdünnen Kupferüberzug anwachsen zu lassen und mit diesem die Gegenstände erst in die betreffenden anderen Bäder zu geben.

Dieser Ueberzug lässt sich so dünn erzeugen, dass nach dessen späterer Entfernung durch Salpetersäure die Schärfe höchstens bei Reproduktion von Holzschnitten in bemerkbarer Weise leidet.

Theoretisch liegt kein Hinderniss vor, alle Metalle zur direkten Galvanoplastik zu benutzen und so weit wir hören, soll es für Nickel, Silber und Gold auch einigen Praktikern gelungen sein. Der direkte Nachweis fehlt uns jedoch dafür. Nicht eigentlich zur Galvanoplastik gehörend, aber hier am besten unterzubringen sind die bleibenden Schutz- oder Veredelungsüberzüge auf nicht metallischen Körpern, diese gehören in sofern nicht hierher, als man unter Galvanoplastik die Herstellung selbständiger Formen mit Zuhülfenahme von Negativen aus nichtmetalischen, zum Abformen des Originals geeigneten Körpers versteht.

Unter Zuziehung der erstgenannten Arbeiten aber können wir unterscheiden:

Galvanoplastik als Ueberzug und Galvanoplastik mit verlorener Form.

2. Ueberzugsgalvanoplastik.

Beschäftigen wir uns mit der ersteren, so können folgende Aufgaben gestellt sein:

Verkupfern von Wachs.
Verkupfern von Terrakotten, Gyps, Holz etc.
Verkupfern organischer Gegensände.
Verkupfern von Eisen.

a. Verkupfern von Wachs. Da wir das Leitendmachen der Oberfläche zum Schlusse zusammenfassen, so erledigt sich die erste Gruppe ohne weiteres, diese Gegenstände sind bis auf das leitend machen geschickt, sofort einen Kupferüberzug aufzunehmen, wie alle Körper, welche nicht von dem sauren Bade angegriffen werden und nicht porös sind.

b. Verkupferung von Terrakotten, Gyps, Holz, (Imprägnation). Die zweite Gruppe von Gegenständen jedoch können wegen des verändernden Einflusses der Säure auf dieselben, nicht ohne weiteres dem Verkupferungsprocess unterworfen werden, sondern müsseu erst durch Imprägnation unempfindlich gegen die Säure gemacht und deren Poren durch das gleiche Material geschlossen werden. Solche Imprägnationsmaterialien sind: Wachs, Paraffin, Ceresin etc., und die Behandlung stets die gleiche.

Die unbedingt trocknen Gegenstände werden in die durch Wärme verflüssigte Imprägnationsmasse gebracht, und so lange darin gelassen bis dieselben vollständig damit durchdrungen sind, wovon sich der Ungeübte durch gleichzeitig eingebrachte Probestücke überzeugt. Die Gegenstände werden dann herausgenommen, ablaufen gelassen und kalt gestellt.

Dadurch, dass sich die Imprägnationskörper beim Erkalten zusammenziehen, wird die Oberfläche von überschüssigen Imprägnationsmaterial frei. Es ist dies ein Grund, die zum Imprägniren benutzten Körper nicht heisser als nothwendig zu machen, je heisser desto stärker die spätere Zusammenziehung, das Schwinden. Desto leichter können aber dann Kanten und Oberflächentheile wieder von dem Imprägnationsmateriale frei dem und Angriff der Säure zugänglich werden. Zur grösseren Sicherheit empfiehlt es sich daher, die Oberflächen nach dem Erkalten noch mit einem etwas in den Körper an den vom Imprägnationsmaterial freien Stellen eindringenden säurebeständigen Lack zu überziehen, wie Guttaperchalack, von dem gleich weiter die Rede sein wird.

c. Verkupfern organischer Gegenstände. Für

organische Stoffe gibt es nur eine Nothwendigkeit, da diese Gegenstände für die Dauer des Processes wohl immer der Einwirkung der Säure widerstehen, und das ist die Schaffung eines biegsamen Ueberzugs, welcher geeignet ist, Graphit anzunehmen. Es ist dies ein Lack, hergestellt durch Lösung von Guttapercha in Schwefelkohlenstoff, Benzol oder Chloroform, oder in einem Gemisch von diesen Lösungsmitteln.

Obwohl man zu diesem Zwecke eigentlich jede Auflösung von Guttapercha in einem flüchtigen Lösungsmittel benutzen kann, so ist doch die Wahl des Lösungsmittels für die Praxis der Ausführung nicht gleichgiltig, da dasselbe weder zu schnell noch zu langsam verdunsten soll. Am besten löst man rund 50—100 gr Guttaperchataffetreste in einem Gemische von 500 gr technischen Steinkohlentheerbenzol und 500 gr Chloroform auf.

Diese Lösung wird in einer weithalsigen Glasflasche, die mit einem gut verschliessenden Korkpfropfen verschlossen ist, aufbewahrt und mit dem Pinsel aufgetragen. Man bemerke, dass diese Lösung leicht entzündbar ist und dass man desshalb damit nicht bei offenem Lichte arbeiten darf.

Bei der Anwendung dieses Lackes für Blumen etc. empfiehlt es sich, die Gegenstände einzutauchen, zu bewegen, bis sämmtliche anhaftende Luft entfernt ist, dann zieht man die Gegenstände so langsam heraus, dass aller überflüssige Lack zurücklaufen kann und dieselben vielleicht in einer Entfernung von 2 cm von der Lackoberfläche, durch die Verdunstung des Lösemittels getrocknet erscheinen. Der Lack ist dementsprechend dünn zu halten. In vielen Fällen wird durch das nachträgliche vorsichtige Erwärmen der Gegenstände über der

Gasflamme der Ueberzug zu besserem Anhaften gebracht. Dieser Lack schützt die feinsten Theile, wie Staubfäden etc. so, dass die nachherige Operation des graphitirens mit entsprechend weichen Bürsten vollkommen gelingt.

Dieser Lack nimmt Graphit besonders gut auf und eignet sich daher auch als Anstrich für alle Objekte, deren Oberflächenbeschaffenheit weniger zur Graphitaufnahme geeignet erscheint. Dabei ist zu bemerken, dass das Lösemittel nicht ganz ausgedunstet sein soll vor dem Auftragen des Graphites, man wird also die Gegenstände nicht im Vorrath lackiren, sondern gleich fertig stellen.

d. Verkupfern von Eisen. Was endlich das Verkupfern von Eisen und zwar mittelst starker Ueberzüge, wie für Kandelaber, Balkongitter betrifft, so gehört dieses insofern hierher, weil man heut zu Tage meist der Ansicht huldigt, dass es unmöglich ist, das poröse Gusseisen mit sicher haftenden Ueberzügen zu versehen. Man hat die stete Erfahrung gemacht, dass in der Form immer Säure zurückbleibt, welche später auswittert. Es ist daher besser von dem Eisen als Metall für die Galvanisirung abzusehen und dasselbe gewisermaassen ebenfalls als porösen und gegen die Einwirkung der Säure zu schützenden Gegenstände zu behandeln. Zu diesem Zwecke wird der ganze erhitzte Gegenstand mehrmals gut mit Asphalt oder ähnlichem Lack überzogen oder in geschmolzenes Paraffin gelegt und nach dem Erkalten mit einem Guttaperchaüberzug versehen und dann erst graphitirt. Da es sich hier um mindestens halbmillimeter starke Ueberzüge handelt, so hat das niedergeschlagene Kupferblech genug Halt in sich, wenn es nicht auf zu grossen glatten Flächen aufliegt. Für Statuen, Gitter, ist dieses Verfahren unbedingt zu empfehlen.

3. Eigentliche Galvanoplastik.

Bei der eigentlichen Galvanoplastik im engeren Sinne handelt es sich durchgehend um die Herstellung einer unbedingt getreuen Kopie, die man von dem Gegenstand zu nehmen hat und auf welche man das Kupfer niederschlägt. Die Kopie ist dann ein Negativ des Gegenstandes, d. h. was vorerst erhaben, ist vertieft und umgekehrt. Der Niederschlag auf dem Negativ erhält dann wieder die Umkehrung zurück in die Verhältnisse des Originales. Nach der Ablösung des Niederschlages von dem Negativ hat man dann in dem Niederschlag die getreue Reproduktion des Originales.

Dabei ist zu bedenken, dass der Kupferniederschlag nur die Formen des Negativs getreu wiederzugeben im Stande ist. Fehler, Verwischungen, die das Negativ dem Original gegenüber erhalten hat, werden auch im Kupferniederschlag erhalten: die Herstellung der Negative erfordert daher die grösste Sorgfalt. Hätten wir es nur mit nicht unterschnittenen und ebenen Gegenständen zu thun, so wäre die Herstellung des Negativs viel leichter zu erhalten und könnte in vielen Fällen auch durch einen Kupferniederschlag erzeugt werden, der dann als Negativ benutzt wird.

a. Verlorne Form. Wenn der betreffende Gegenstand nur einmal gefertigt und das Original nicht zu erhalten werden braucht, wie bei Galvanoplastik nach Gypsabgüssen, kann und wird man auch oft das Negativ durch einen Kupferniederschlag zu erzielen suchen. Zu diesem Zwecke trifft man die gleichen Vorbereitungen, wie zur Ueberzugsgalvanoplastik, nur macht man die Kupferschichte bedeutend stärker, so stark eben, dass

dieselbe beim spätern Gebrauch als Negativ nicht die Form verlieren kann. Ist der Ueberzug fertig, so schneidet man den Gegenstand mit dem Ueberzug in so viele Theile als nothwendig sind, um das unter dem Niederschlag befindliche und verloren gegebene Material entfernen zu können. Auch wenn man ein Original aus ausschmelzbaren Stoffen vor sich hat, wie Wachs, ist bei körperlichen Gegenständen mit geschlossenen Oberflächen eine Theilung nothwendig.

Wir halten die Herstellung z. B. ganzer Figuren in einem Stücke zwar für möglich, aber viel zu umständlich und unsicher, und würden immer empfehlen, solche Sachen in bequemen Stücken zu fertigen, die dann zusammengesetzt werden. Etwas anderes ist es, wenn wir so grosse Stücke erhalten, dass die Hohlräume des Kupfers oder anderweitig erhaltener Negative bequem zur Reinigung, Graphitirung übersehen werden können und zugänglich sind. Es würde dies der Fall sein, bei der Herstellung von Monumentalfiguren, welche merkwürdiger Weise so wenig bei uns geübt wird, während z. B. in Paris fortwährend davon Gebrauch gemacht wird. Unter anderen sind die Monumentalgruppen auf der Oper in Paris Galvanoplastik.

Leider lassen sich für die Galvanoplastik keine allgemeinen Regeln aufstellen, man wird in jedem Falle überlegen müssen, wie man der Aufgabe am besten Herr wird.

Dabei fügen wir gleich bei, dass man kleine Theile, besonders solche, die keine besondere Schärfe nothwendig haben und leicht abzuformen sind, durch Guss herstellen und dann dem Ganzen anfügen kann.

Die erhaltenen Kupfernegative werden demnach zusammen in Form von Schaalen, eventuell grösseren Hohlstücken, erhalten werden, in welchen man den Kupferniederschlag für die eigentliche Reproduktion nunmehr erzielt, nachdem das Negativ von dem Gypse befreit ist.

Zur Entfernung des Gypses aus dem Negativ, werden nach Rudholzner die durch Zersägen erhaltenen Theile einige Zeit mit Wasser gekocht; dadurch tritt zunächst das verwendete Imprägnirmaterial aus und kann von dem kochenden Wasser abgeschöpft werden. Durch fortgesetztes Kochen wird dann der Gyps so mürbe, dass er aus dem Niederschlage leicht entfernt werden kann, wenn die Trennung nicht schon im Wasser erfolgt sein sollte. Die weitere Reinigung der Negative geschieht durch schwaches Ausglühen und Abbeizen, event. durch Bürsten mit Lauge oder Benzin.

Für den Niederschlag in die Metallform ist zweierlei zu beobachten. Erstens müssen sich die zwei Metallschichten später trennen lassen, man erreicht diess, indem man das gut gereinigte Negativ graphitirt. Zweitens muss dafür gesorgt werden, dass sich die Kupferschicht des Negatives ohne Gewaltanstrengungen, welche den darunter liegenden definitiven Niederschlag verderben könnten, abnehmen lässt. Zu diesem Behufe schneidet man mit einer feinen Laubsäge an sorgfältig gewählten Stellen mehr oder weniger ein, um später Streifen zu erhalten, welche mit der Zange sich leicht abziehen lassen. Durch solche Einschnitte wird man alle solche Flächen theilen, welche den darunter gebildeten Niederschlag stark umgreifen, oder welche so stark gewölbt sind, dass dieselben sich nicht im Ganzen ablösen lassen, ohne das untere Kupfer zu verbiegen.

Die entstandenen Schnitte füllt man mit Wachs aus und ebnet an der Bildfläche sorgfältig. Es ist für die spätere Zusammensetzung der einzelnen Theile zu dem gewünschten Ganzen gut, wenn man auch die zusammenzulöthenden Schnittflächen und Linien durch den Niederschlag ausbildet.

b. Metallformen. Häufig kommt es vor, dass man von Metallgegenständen, wie Maasstäbe, Kreistheilungen, Kupferstichplatten, Metallnegative zu machen hat. Die so erzeugten Metallnegative können dann öfter gebraucht werden. Um hier ein Anhaften der Kupferflächen auf einander zu verhüten, werden die Originalplatten oder später die zu copirenden Negative mit Anreibversilberung versilbert.[1])

Obwohl diess allein schon genügen würde, combinirt man zweckentsprechend dieses Verfahren mit dem Jodirungsverfahren von G. Mathiot, welches darin besteht, dass man die versilberte Oberfläche noch schwach jodirt und dann kurze Zeit dem Lichte aussetzt. Man gibt zu diesem Zwecke in eine der Grösse des Gegenstandes entsprechende Wassermenge, soviel alkoholische Jodtinktur, dass die Farbe des Wassers weingelb erscheint und taucht den Gegenstand in diese Flüssigkeit, lässt ein bis zwei Minuten einwirken und spült mit Wasser ab.

Die Jodlösung wirkt dadurch, dass die oberste Schichte der Versilberung in Jodsilber verwandelt wird, wodurch die Trennungsschichte für das sich nun darauf niederschlagende Kupfer eine sehr gute wird.

[1]) Am besten mit Kreidepulver zu einem Brei verdicktes Silberbad oder ein Gemisch von 10 Chlorsilber, 60 Kochsalz, 60 Weinstein.

Niederschläge für diese Zwecke werden sehr stark gemacht, durch leichte Erwärmung und Zwischenschieben von nicht harten Gegenständen vorsichtig getrennt. Die hierher gehörigen Arbeiten bieten das abgegeschlossene Feld der Reproduktion zu Druckzwecken, über welche besondere Publikationen bestehen und zu Rathe zu ziehen sind.

c. Abformen durch Abgiessen. In den meisten Fällen sind wir nicht in der Lage, den galvanoplastisch zu copirenden Gegenstand gleich direkt benutzen zu können und müssen wir uns ein Negativ herstellen, und zwar entweder durch Abgiessen oder Abformen unter Druck. Zum Abgiessen verwendet man Leim, Oelguttapercha, Wachs und Gyps, Stearin, sowie auch leichtflüssige Metallegierungen. Je nach der Beschaffenheit des Materials wird man das eine oder andere Material wählen. Verträgt dasselbe einen gewissen Hitzgrad und ist es nicht zu gross, so kann im Metall geformt werden, oder in Guttapercha, wenn es Wärme und Druck aushält, während Leim oder Gyps angezeigt sind, wenn dies nicht der Fall ist.

Abgiessen mit Leim. Die Leimform wird besonders, wie auch die Guttaperchaform, da von Nutzen sein, wo Objekte vorliegen, die starke Ausbuchtungen oder Höhlungen haben, da deren Elastizität es erlaubt die in Ausbuchtungen oder Höhlungen eingedrungenen Theile der Masse leicht herauszubringen.

Das Abgiessen mit Leim, das jeder Gypsgiesser ebenfalls zur Herstellung seiner Gussformen verwendet, geschieht folgendermaassen: Man fettet mit einem Pinsel die Oberfläche des abzuformenden Gegenstandes leicht ein und wischt mit einem feinen Bausch aus Leinen

wieder ab, so dass nur eine Spur von Oel auf der Oberfläche bleibt. Dann umgibt man den Gegenstand mit einem Rand von Papier oder Thon und giesst eine Auflösung von Gelatine in warmen Wasser zu. Es eignen sich dazu nicht alle Sorten Leim gleich gut. Man zieht diejenigen zu diesem Zwecke vor, welche sich schwieriger im Wasser lösen. Auf 30 gr Leim nimmt man 30—80 gr Wasser. Zweckmässig gibt man nach Auflösung des Leimes in mässiger Wärme (Wasserbad) auf 30 gr Leim 10—20 gr Glycerin zu, wodurch die Leimmasse sich weniger stark zusammenzieht. Am allerbesten ist sog. Nelson-Gelatine (Leim) oder „Weiss-Extra". Nach dem Erstarren löst man das Gelatinerelief vorsichtig ab und hat es nun durch Präparation gegen die Einwirkung des Bades unempfindlich zu machen.

Dies geschieht entweder dadurch, dass man 1) die Oberfläche der Leimform durch Eintauchen in Gerbsäurelösung (Tannin) in unlöslichen gerbsauren Leim verwandelt, auch wohl 2) dass man der Leimlösung gleich Tannin zumischt, oder dass man 3) die Oberfläche der Form in Chromleim verwandelt, welcher die Eigenschaft hat am Lichte unlöslich zu werden.

1. Zum Eintauchen der Leimform in Gerbsäurelösung verwendet man entweder eine wässrige Gerbsäure (Tannin)-Lösung: 10 Thle. Gerbsäure auf 100 Thle. Wasser, oder eine alkoholische 2% Tanninlösung.

2. Man löst in einem Liter heissem Wasser 125 gr Kandiszucker und giebt nach erfolgter Lösung 500 gr guten Leim dazu. Ist alles gelöst, so mischt man unter beständigem Rühren nach und nach 12 gr Tannin zu. Diese Mischung giesst man dann in die Form. Ein

Zusatz von mehr Tannin würde die Gelatine zum Giessen untauglich machen.

3. Will man Chromleim bilden, so taucht man den Leimabguss in eine Lösung von 3 Thl. doppelchromsaurem Kali in 100 Thl. Wasser einige Minuten ein und setzt dann den Gegenstand einige Minuten dem direkten Sonnenlichte oder $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde dem zerstreuten Tageslichte aus.

Immer muss eine Leimform schnell gedeckt werden, da die Widerstandsfähigkeit auch des präparirten Leimes keine unbegrenzte ist. Grössere und sehr körperliche Sachen würden einer sehr dicken Leimschicht bedürfen, um alle Punkte zu bedecken, je dünner und je gleichmässiger jedoch die Leimschichte erhalten wird, desto leichter und sicherer lässt sich dieselbe präpariren. Man kann hier folgendes Verfahren anwenden: Man umgibt den Gegenstand mit einer Schichte aus Bildhauerthon in der Dicke der später gewünschten Leimschichte und gibt um den Thon einen Mantel aus Gyps. Darauf entfernt man den Mantel, nimmt den Thon ab, giebt den Gegenstand in der richtigen Lage in den Gypsmantel und giesst nun mit Leim aus. Diese ganze Manipulation ist, wieder eine in der Gypsgiesserei gebräuchliche und wird man gut thun, sich dort Rath zu erholen.

Oelguttapercha. Die andere Methode, elastische Abgüsse zu erhalten, besteht in der Anwendung von Oelguttapercha.

Die Zubereitung dieser Formmasse geschieht durch Zusammenschmelzen von möglichst homogener, trockner Guttapercha mit ca. 10% gewöhnlichem Olivenöl (Ol. olivar. Lecca des Handels) im Wasserbade, unter fort-

währendem Umrühren, besonders, wenn das Zusammenschmelzen über freiem Feuer geschehen soll. Dabei ist zu bemerken, dass die Menge des Oelzusatzes sowohl von der Beschaffenheit des Oeles als hauptsächlich von der der Guttapercha abhängt. Letztere wird durch längeres Lagern brüchig und braucht dann mehr Oel um die zu erzielende plastische Masse von Teigconsistenz zu geben. Zuviel Oel giebt eine nach dem Erkalten klebrige, nicht genügend feste Masse, zu wenig, undeutliche, blasige Formen; durch Zusatz des einen oder andern Materials muss dann dieser Fehler gehoben werden.

Zum Abformen werden die gut geölten Modelle bis zur Schmelztemperatur des Gemisches erwärmt, die teigförmige Masse aufgetragen und durch Kneten mit den in Oel getauchten Fingern möglichst gleichmässig vertheilt. Besser geschieht dass Abformen durch Einlegen des Modells in ein geeignetes, allenfalls zerlegbares, gut geöltes Gefäss und Uebergiessen mit der stärker erwärmten Masse. Zur Beschleunigung des Erhärtens wird die Form mit Modell in ein Gefäss mit kaltem Wasser gestellt.

Für die untere Schichte, welche getreu copiren soll, gibt man die Guttapercha möglichst dünnflüssig auf und sorgt durch Drehen und Wenden dafür, dass alle Theile damit auch auslaufen. Luftblasen in der Masse müssen vermieden werden, wenn man daher die Masse vorher so heiss und dünnflüssig hat werden lassen, dass durch vorsichtiges Umrühren die Luft austreten konnte, so lässt man ruhig bis zur Gebrauchsconsistenz abkühlen. Für die zweite Schichte, die nur mehr zur Verstärkung dient, nimmt man die Guttapercha

dickflüssiger und hat es ziemlich in der Gewalt, dieselbe überall gleich aufzutragen. Das abgenommene Negativ wird etwas mit Petroleumbenzin entfettet, um besser Graphit anzunehmen. Bei starken Unterschneidungen muss man sich durch Einschnitte helfen, um den Guss abnehmen zu können. Jedenfalls erfordert die Anwendung der Oelguttapercha grosse Uebung. Für feine Gegenstände mit unterschnittenen Formen besitzen wir jedoch keine anderen Mittel als die beiden oben angeführten.

Abgiessen in Wachs und Gyps. Die Gegenstände werden wie immer durch Einfetten oder auch graphitiren gegen das Hängenbleiben der Abgussmasse geschützt.

Man giebt wieder einen Rand und giesst ein. Parafin, Stearin eignen sich nicht, weil leicht auf der Bildfläche Fettflecken entstehen. Man lässt das Wachs wenn möglich sich in kaltem Wasser erhärten, um leichter lösen zu können.

Das Abformen in Gyps ist ein bekannter Handgriff. Man verwendet wieder für eine erste Schichte feinsten Alabastergyps, der vorsichtig mit dem Pinsel aufgetragen wird. Mit gewöhnlichem Gyps giebt man die nothwendige Stärke. Die Gypsabgüsse werden natürlich imprägnirt.

Allen Abgüssen mit zu erwärmenden Materialien ist die Erscheinung gemeinsam, dass bei zu kalten, abzuformenden Gegenständen durch zu rasches Erstarren des Gusses, Fehler entstehen können — dem ist durch entsprechendes Anwärmen der Originale zu begegnen.

Abgiessen in Metall. Mit Hülfe, leicht schmelzbarer Legirungen, (Leichtflüssiges Metall: 250 gr Wismuth, 125 gr Zinn, 160 gr Blei, 30 gr Antimon)

lassen sich Negative herstellen, welche da von Nutzen sein können, wo das Negativ öfters verwerthet werden soll. Im Allgemeinen dürfte die Anwendung derselben selten nothwendig werden.

Um noch ein Beispiel zu geben, was vom Galvanoplastiker verlangt werden und wie man öfters schwierige Aufgaben gewinnbringend lösen kann, wollen wir als Schluss dieses Capitels die Herstellung grösserer Platten, welche durch Wiederholung desselben Musters entstehen, besprechen. Solche Platten können als Druckplatten in verschiedenen Industrien nothwendig werden. Es erscheint auch leicht, derartige Kupferniederschläge auf Cylinder zu biegen, und so in die Walzenform zu bringen. Von dem Originaleinheitsmuster stellt man sich eine genau rechtwinklig gearbeitete Gussform her, und lässt so viele Negative, als zur Herstellung der Platte nothwendig sind, z. B. in Zinn, giessen. Dieselben, welche natürlich auch gleich hoch sein müssen, legt man neben einander auf eine Richtplatte, mit dem Gesicht auf die Platte. Man verlöthet dieselben dann auf der Rückseite, so dass dieselben eine zusammenhängende Platte geben. Etwaige Lücken, sowie schlechtes Anliegen der Theile, werden durch Wachs ausgeglichen.

Von einer solchen Platte nimmt man dann eine galvanische Copie und erhält so mit der Auslage für die Gravirung nur eines Theiles, die ganze Platte in genau gleicher Ausführung. Selbstredend kann man die Vervielfältigung des einen Originaltheiles auch durch Galvanoplastik nach Art der Clichés erreichen.

d. Abformen durch Abpressen. Die Herstellung des Negatives durch Abpressen ist die weitaus gebräuchlichste. Sie wird mit Wachs und Guttapercha ausge-

führt. Wachs verwendet man für ebene Flächen, wenn man also mit unelastischen Negativen auskommt, vor allem für die Clichéfabrikation. Guttapercha jedoch zur Herstellung elastischer Negative, auch wird Guttapercha für Clichés angewandt. Ein wesentlicher Unterschied in den Eigenschaften besteht darin, dass eine Guttaperchamatrize ziemlich unempfindlich ist, gegen mechanische Einflüsse, während die Wachsmatrize in dieser Beziehung sorgfältigst behandelt sein will. Dagegen löst sich eine Wachsmatrize besser von rauhen Formen, wie z. B. unterfressenen Zinkcliche's, indem einfach die Wachstheile unter den Unterfressungen zurückgehalten werden, ohne das Bild zu stören. Bei Guttapercha entstehen hier leicht Ausfranzungen, die das Bild verletzen. Gerade für den Abdruck der Cliché's und ähnlichem wird Wachs vorgezogen, weil es sicherer genaue Abdrücke gibt, wenn auch die eigentliche Handhabung des Guttapercha einfacher ist. Bei Wachs hat man für Holzschnitte z. B. auch den Vortheil, dass dasselbe kein Wasser enthält, während der Guttapercha durch den Erweichungsprocess immer Wasser anhaftet. Dagegen hat Guttapercha den Vorzug, dass es zu den Körpern gehört, welche die stärkste Graphitschichte annehmen, was bei Wachs nicht der Fall ist.

Wachs. Wachs wird der Natur der Sache nach nur für den Abdruck ebener Gegenstände gebraucht. Man verwendet es nicht rein, weil es so zu spröde wäre, sondern vermischt es mit Zusätzen und zwar vornehmlich mit venetianischem Terpentin, wenn auch nur mit wenigen Procenten. Eine Mischung giebt Raupe folgendermassen an:

800 Theile gelbes Bienenwachs,
190 „ Parafin.
10 „ venetianisches Terpentin.

Diese in geschmolzenem Zustande hergestellte Mischung wird zum Abprägen in Plattenform gebracht. Vielfach bedient man sich dazu eigener Blei-Pfannen, in welche das Wachs eingegossen wird. Dieselben sind sowohl bequem zum Aufbringen des Wachses auf den abzuformenden Gegenstand, als auch erhöhen dieselben das zu geringe specifische Gewicht des Wachses für das Einhängen in das Bad, man vermeidet dann die künstlichen Beschwerungen. Solche Pfannen werden aus Blei gegossen mit entsprechenden Rändern und zum Eingiessen auf eine horizontale Tischplatte gelegt. Ist das Wachs eingegossen, so reinigt man die Oberfläche durch Abstreifen mit Papier von Luftblasen und Schmutz. Nach dem Erstarren, aber noch warm, wird die Oberfläche graphitirt, und auf die graphitirten Gegenstände Clichés etc. gelegt und unter die Presse gebracht. Den richtigen Wärmegrad für die Gegenstände, der sich nach deren Tiefen mit richtet, ist Sache der praktischen Erfahrung. Handelt es sich um Clichés, so werden dieselben nicht einzeln abgeprägt, sondern zu Platten in einem Schliessrahmen zusammengeschlossen. Die diesbezüglichen Einrichtungen sind dieselben der Buchdruckerei.

Das Abpressen geschieht unter Schlagpressen, hydraulischen Pressen etc. Man geht mit der Presse langsam nieder, bis man sicher ist, dass in alle Tiefen das Wachs eingedrungen ist, lässt etwas stehen, damit das Wachs kälter und härter wird, und gibt dann durch eine weitere entsprechend kleine Bewegung nochmals

Druck, um einen scharfen Abdruck zu erzielen. Nach dem Oeffnen der Presse muss sich die Matrize leicht abheben lassen.

Guttapercha. Da wir es beim Abformen mit Wachs mit ebenen Gegenständen zu thun hatten, so bedurften wir auch keiner besonderen Vorbereitung, um dieselben abprägefähig, d. h. zur Aufnahme des Druckes in der Presse besonders geeignet zu machen. Die Guttapercha verwenden wir jedoch nicht zum Abformen von Gegenständen, welche so ohne weiteres unter die Presse genommen, gedrückt werden können. Es ist hier aufmerksam zu machen, dass für diesen Zweck „Guttapercha" und nicht etwa „Kautschuk oder Gummi" verwendet wird. Die meisten zur Abformung gelangenden Gegenstände müssen nun besonders vorbereitet werden, indem wir alle Höhlungen ausgiessen und den Gegenstand auf eine Grundplatte montiren, oder wenigstens mit einer ebenen Grundfläche versehen. Modelle, die oft abgeformt werden, giessen wir nach einer Verzinnung mit Blei aus, montiren sie auf Eisenplatten, die wir in einigen bestimmten Grössen vorräthig haben. Warum wir mit einigen wenigen Grössen auszukommen suchen, werden wir später erörtern. Auch kann man die Höhlung mit Gyps oder altem, unbrauchbar gewordenen Guttapercha ausfüllen.

Als Guttapercha verwenden wir nur reine Sorte. Die Guttapercha wird in Stücke zerschnitten und in heissem Wasser durch und durch erweicht. Ist diess geschehen, so kneten wir die Masse auf einer eisernen Platte unter Zuhülfenahme von Wasser und Graphit, letzteren damit die Masse nicht an Händen und Platte anklebt. —

Der Zweck des Durchknetens ist, die Stücke zu vereinigen, Wasser und Luft daraus zu entfernen. Man sucht immer die Masse zu einem Kuchen auszuarbeiten, den man wieder zusammenschlägt und so fort. Immer ist darauf zu sehen, dass auf der Seite, welche später auf das Modell zu liegen kommt, keine Falten sind, sondern dass diese Flächen durch Auseinanderziehen eines gleichmässigen Stückes entstanden ist.

Zum Schlusse trocknet man diese Fläche mit einem Tuch ab nnd reibt ordentlich mit Graphit ein. Wollte man nun diesen Guttaperchakuchen direkt auf den Gegenstand bringen, so würde erstens ein sehr dicker Kuchen entstehen, wenn wir alle Unebenheiten ausfüllen wollten, zweitens würde die Masse unter dem Druck der Presse nach den Seiten einfach ausweichen und ein genauer Abdruck unmöglich sein.

Deshalb muss man wie beim Abgiessen das Material mit einem Mantel umgeben, der nur hier entsprechend stark aus Eisen geformt werden muss, damit wir mit wenig Rahmengrössen auskommen können, ist es nothwendig, die in diese Rahmen gut passende Grundplatte — auf welche ein Modell befestigt ist, ebenfalls in nur wenigen Grössen zu verwenden.

Wir haben bei Fig. 25 in a die Grundplatte der Presse, darauf liegt die Bodenplatte b des Presskastens mit dem schmiedeeisernen, am besten runden Pressring c von 3—6 mm Stärke. Beide werden durch Schrauben, oder Bajonnetverschluss oder sonst fest mit einander verbunden. Der Pressring ist nach unten konisch etwas weniges weiter.

Die Benutzung ist folgende: Wir legen das gut graphitirte Modell d mit seiner Platte e auf die Grund-

platte des Presskastens und auf die ausziehbare Grundplatte unserer Presse, legen den Rahmen darauf, geben nach Graphitirung des Modelles und Bestreichen der Presskastenwände mit dickem Seifenwasser genügend geknetete Guttapercha darauf und drücken mit einem in den Rahmen gut passenden Holzstücke f zusammen. Dieses ganze System Modell, Guttapercha, Holzstück schieben wir unter den Pressstempel und formen durch Druck ab. Wie ersichtlich sind dazu grosse Mengen Guttapercha nothwendig, auch würde durch den ungleichen Druck, je nachdem über die einzelnen Modelltheile stärkere oder dünnere Guttaperchamassen liegen, ein feines Abformen sehr schwierig. Desshalb benützen wir diese, durch das erste Abformen entstehende Matrize g nur als Gegenmodell, zu welchem wir alte, verbrauchte, verunreinigte Guttapercha verwenden. Wir lassen diese Gegenmatrize gehörig starr werden, entfernen dieselbe vom Modell und schneiden alle feineren Parthien fort, so dass wir ein Hohlmodell im Rohen erhalten.

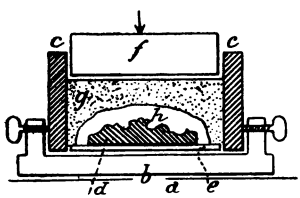


Fig. 25.

Nunmehr legen wir das Modell wieder auf, graphitiren dasselbe, setzen den Rahmen darüber, bringen dann den zum wirklichen Abformen dienenden Guttaperchakuchen h ein, darauf unsere mit Seifenwasser angestrichene Hohlmatrize, darauf das Holzstück und geben nun das Ganze unter die Presse. Wieder lassen wie zuerst langsam niedergehen, um zum Schluss mit stärkerem Drucke alle Feinheiten auszuprägen.

Haben wir alle Theile ausser dem graphirten Modell und dem graphirten Guttaperchakuchen mit Seifenwasser gestrichen, so können die Theile leicht getrennt werden, indem wir die Platte vom Pressring abnehmen, denselben mit dem unteren Rande auf untergelegte Holzstücke stellen und nun mit der Presse den ganzen Inhalt nach unten herausrücken, zu welchem Zwecke eben der Pressring nach unten weiter gefertigt wurde.

Damit haben wir nun eine Reihe von Matrizen, Negativen erhalten, die aus präparirtem Leim, Oelguttapercha, Gyps, Metall, Wachs und Guttapercha bestehen und wir schreiten dazu, dieselben für den Strom auf der Oberfläche leitend zu machen.

4. Leitendmachen der Oberflächen.

Ob wir es nun mit den erwähnten Modellen oder den mit bleibender Schichte zu überziehenden Gegenständen zu thun haben, die Arbeit des Leitendmachens ist immer dieselbe. Weitaus das sicherste und in Folge dessen am meisten angewendete ist der Graphit.

a. Graphit. Feinst geschlämmter reinster Graphit wird mit Spiritus zu einer dicken Farbe angerührt und gleichmässig dünn das Objekt damit angestrichen. Nach dem Trocknen wird der Graphit mittels weicher, doch nicht allzu weicher Bürsten und Pinsel glänzend gerieben. Diese Operation bezweckt den Graphit, welcher aus mikroskopisch kleinen Schüppchen besteht, gleichmässig zu lagern, so dass er eine, wenn auch schlecht, doch überall gleich leitende Schichte bildet.

Anmerkung. Der Graphit ist eine Modification des Kohlenstoffes und kommt in der Natur als Mineral meist gemengt mit Eisenoxyd, Kalk, Thonerde, Kieselerde etc. vor. Je weniger von diesen Beimengungen der Graphit enthält, desto werthvoller und geeigneter

ist derselbe für Zwecke der Metallüberzüge. Ein nur wenig verunreinigter Graphit ist geradezu unbrauchbar. Der Graphit wird für galvanische Zwecke eigens mittelst Salzsäure und Flusssäure gereinigt und geschlämmt und bedient man sich mit Vortheil dieser reinen Produkte.

Guter Graphit ist ein feines tiefschwarzes Pulver von mattem Aussehen, welches sich nicht rauh anfühlen darf; dasselbe wird beim geringen Reiben auf Papier leicht glänzend, haftet gut an porösen oder klebrigen Gegenständen und wird beim Einbringen in Flüssigkeiten nicht wieder davon abgelöst. Hat man Proben von Graphit, so prüft man dieselben am schnellstens in der Weise, dass man einige Gegenstände damit graphitirt und ins Bad bringt. Je schneller die Verkupferung bei sonst gleichen Umständen vor sich geht, desto besser ist der Graphit. Ausserdem gibt die beim Verbrennen einer gewogenen Menge Graphit hinterbleibende Aschenmenge weitere Anhaltspunkte.

Manche Praktiker mischen den Graphit auch mit feinem Broncepulver, was uns jedoch werthlos erscheint.

Ein vollständig graphitirtes Objekt zeigt ein gleichmässig grauschwarzes, glänzendes Aussehen. Die Intensität des Glanzes hängt aber von der Unterlage des Graphites ab und lässt sich in vielen Fällen nur ein matter Glanz erzielen, in solchen Fällen ist dann die Verkupferung nicht so zuverlässig. Keinesfalls darf aber die Graphitirung graue, ungleich gebürstete Stellen zeigen, oder beim Angreifen mit trockenen Händen merklich abfärben. Wenn beim Uebergiessen der Objekte mit Spiritus, der Graphit sich abhebt, liegt die Ursache in ungenügendem Bürsten bei zu dickem Auftragen, oder in der Verwendung von unreinem Graphit.

Regel ist, mit den schwierigsten Stellen, Vertiefungen beim Bürsten anzufangen und lieber zu viel als zu wenig Zeit zum Bürsten aufzuwenden. Die verschiedenen Stoffe eignen sich nicht gleich gut zum Graphitiren; Guttapercha oder demnach auch mit Gutta-

perchalack überzogene Gegenstände geben die besten Resultate. Je weicher der Körper desto schlechter wird die Arbeit, und zwar hauptsächlich desshalb, weil durch das Bürsten z. B. Wachskanten etc. warm und schmierig werden und die Graphittheile mit isolirendem Material einhüllen. Je mehr also diese Gefahr bei einem Körper vorhanden ist, desto weichere Bürsten muss man auch verwenden. Für ebene Flächen, wie Clichés bedient man sich in grösseren Geschäften auch eigener, selbstthätiger Maschinen.

b. Chemisch erzeugte Metallhäutchen. Ausser dem Graphit, von dem nur die beste Qualität zu verwenden rathsam ist, kann man auch durch chemische Processe die Oberfläche leitend machen, was besonders für Silbergalvanoplastik Anwendung findet.

Die Erzeugung dünner, metallischer Ueberzüge (sogenannte „Metallisation") auf der Oberfläche eines Gegenstandes durch einen einfachen chemischen Process, wobei aus einer Metallsalzlösung mittelst reducirender Flüssigkeiten das Metall in fein vertheilter Form abgeschieden wird (Reduction), ist ein Gegenstand schon sehr vieler Versuche und Vorschriften dazu gewesen. Dennoch besitzen wir heute noch kein Verfahren, welches allen Anforderungen entsprechen würde und für alle Gegenstände passend wäre.

Von allen Metallen, die hierzu geeignet erscheinen, hat sich das Silber, resp. ein Silbersalz am besten bewährt, schon wegen der Leichtigkeit, mit welcher dasselbe aus seinen Lösungen metallisch abgeschieden werden kann. Als Reductionsmittel sind mit verschiedenem Erfolge Licht, Phosphorwasserstoff, Phosphorlösung (in Schwefelkohlenstoff, Aether) Phosphordämpfe,

Eisenvitriol u. a. angewendet worden; auch hat man mittelst Schwefelwasserstoff das Silber in Schwefelsilber übergeführt, und damit die Gegenstände resp. die Oberfläche derselben leitend gemacht.

Als bestes Reductionsmittel für die Silberlösung müssen wir, abgesehen von den Bedenken, welche sich in sanitärer und feuergefährlicher Beziehung gegen dessen beständigen Gebrauch geltend machen, den Phosphor, gelöst in Schwefelkohlenstoff bezeichnen.

Man wendet hierzu z. B. bei mit Wachs imprägnirten Gegenständen eine 10% Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff und eine 10% Silbernitratlösung in der Weise an, dass man den Gegenstand in die Phosphorlösung taucht oder denselben damit bepinselt, oberflächlich trocken werden lässt und dann, wenn man ein gelindes Rauchen bemerkt, in die Silberlösung taucht. Bei Vertiefungen muss man mittelst eines Pinsels nachhelfen.

Man kann auch bei kleineren Gegenständen gleich den Phosphor der Imprägnirungsmasse zusetzen, und dann gleich mit Silberlösung behandeln. Es hat aber diess keinen besonderen Vortheil.

Zur Metallisation von Federn bringt man dieselben zuerst in eine 5% Silbernitratlösung und dann erst in eine 0,25% Phosphorlösung in Schwefelkohlenstoff.

Diese Lösung des Phosphors in Schwefelkohlenstoff, welche nebenbei gesagt sehr leicht entzündlich sogar selbstentzündlich ist, und desshalb mit grosser Vorsicht (Steinplatte und kein Holztisch zur Unterlage beim Arbeiten) zu gebrauchen ist, geht aber nicht bei allen Gegenständen gleich gut, z. B. bei Blumentheilen ist das Haften des nach dem Verdunsten des Schwefelkohlen-

stoffes in äusserst dünner Schichte zurückbleibenden Phosphors kein gleichmässiges; man muss daher und darauf kommt das Meiste an, für die verschiedenen Fälle die richtigen Bindemittel der Phosphorlösung beigeben. Dann erhält man bei geschicktem Arbeiten vorzügliche Resultate. Mit Vortheil haben wir uns nachstehender Lösung bedient, welche eine Modification des seinerzeit patentirten Verfahrens ist; mit der ursprünglich beschriebenen Lösung konnten wir keine gleichmässigen Resultate erzielen.

Man löst einerseits 5 gr Wachs in 5 gr warmen Terpentinöl, und gibt diese Lösung zu einer Mischung von: 5 gr Phosphor, 1 gr Guttapercha, 5 gr Asphalt in 120 gr Schwefelkohlenstoff. Ist beides gemischt, so setzt man dem Ganzen eine Lösung von 4 gr Collodiumwolle in 60 gr Alkohol und 60 gr Aether zu, schüttelt gut um und lässt absetzen. Man giesst nach einem Tage die klare Lösung von dem ausgeschiedenen ab, und kann die Lösung sofort verwenden. Besonders eignet sich diese Lösung für die Verkupferung von Pflanzentheilen, Blättern, Blüthen etc.

Ein anderes Verfahren zur Metallisation ist folgendes:

Man taucht die Blätter etc. in ein Jodkollodium folgender Zusammensetzung:

Alkohol 40% 40 ccm, Aether 60 ccm, Jodkalium 1 gr, Collodiumwolle 1 gr.

Man lässt trocknen, so dass eine Schichte entsteht, welche festhaftet; darauf taucht man in eine Lösung

Anmerkung. Für besondere Zwecke lässt sich statt dieses Jodkollodiums auch eine Mischung aus gleichen Theilen Eiweiss und gesättigter Kochsalzlösung anwenden, während im Uebrigen auf gleiche Weise weiterverfahren wird.

von 10 gr Silbernitrat in 100 gr Wasser, wodurch in der Schichte Jodsilber gebildet wird. Man setzt nun den so behandelten Gegenstand einige Zeit dem Lichte aus, zur Einleitung der Zersetzung, und taucht dann in die Reductionsflüssigkeit, bestehend aus: 500 gr Wasser, 25 gr Eisenvitriol und 25 gr Essigsäure (1,04 spec. Gew.)

Es geht die Reduction des Silbers vor sich und die Gegenstände sind sofort geeignet zur Verkupferung.

Es dürfte sich empfehlen bei solch' metallisirten Gegenständen die Verkupferung d. h. den ersten dünnsten Ueberzug in einer mit Schwefelsäure nur schwach angesäuerten Kupfervitriollösung zu vollziehen und dann erst im sauren Bad fertig zu decken.

5. Contaktgeben und Einhängen.

Der Zuleitung des Stromes ist besondere Sorgfalt zuzuwenden. Die graphitirte Fläche soll möglichst rasch überlaufen und wird man daher bei grösseren Objekten, sagen wir pro qdm im Maximum einen Contakt geben. Als Controlle für die richtigen Verhältnisse diene die Angabe, dass eine Kreisfläche von 5 cm Radius von einem Contakte in der Mitte aus in 30 Minuten zuwachsen muss, falls die Fläche nahezu eben ist, wie diess Versuche von Rudholzner ergeben haben.

Bei auf Bleipfannen sitzenden Wachsmatrizen haben wir nur an passender Stelle Nadeln durch das graphitirte Wachs bis auf das Blei zu stechen, dass Blei selbst durch Wachsanstrich zu isoliren und mit Einhängehacken (Blechstreifen) zu versehen.

Bei Gypsgegenständen werden vor der Graphitirung an passenden Stellen mehr oder weniger tief eingreifende Messing oder Kupferstifte mit eingegypst, an welchen der Gegenstand durch Metalldrähte aufgehängt wird, die

dann nach Beendigung des Prozesses mit der Laubsäge abgeschnitten werden. Wir hängen solche Gegenstände an Kupferdrähten ein, isoliren aber durch Unterlage anfangs, bis zur vollständigen Deckung die Aufhängedrähte und geben dann Contakt durch Fühler an alle diejenigen Stellen, welche schwer zu erreichen, d. i. wir zwingen den Kupferniederschlag sich an den tiefen Stellen auszubilden. Zu diesem Zwecke bedienen wir uns eigener Kupferstäbe aus gestrecktem 1—2 mm starken Draht, den wir auf die Länge, in welcher er in das Bad eintaucht mit Guttapercha (Abfall von Guttaperchapapier) umwickeln und die Windungen durch Bestreichen mit Schwefelkohlenstoff verbinden. Nur das scharf zugespitzte Ende lässt man frei, dasselbe wird passend versilbert und jodirt, um die Kupferansammlungen leicht zu entfernen und so den Stab längere Zeit benützen zu können.

Diese Stäbe stecken wir in die Tiefen der Gegenstände ein und legen sie an die Waarenstangen an um Contakt zu erhalten. Man kann dieselben in ihrer Lage durch übergebogene Bleireiter und Streifen Bleiblech stützen. Solche Bleireiter wenden wir auch zum Schutz der Contakte aller Befestigungsdrähte an, um die Contaktstelle vor dem Betropfen mit Säure, Wasser zu schützen.

Man verändert nun sofort die Stellung der Fühler, wenn der Kupferniederschlag in die Regionen gelangt ist, welche erfahrungsgemäss leicht wachsen, um vorerst andere schwierige Stellen zum Gedecktwerden zu bringen. Wenn wir nun auch durch diese Kunstgriffe die schwierigsten Objekte decken können, so müssen wir die Lage der Gegenstände doch so wählen, dass auch beim Fertigwachsen die Tiefen nicht im Wachsthum zurückblieben.

Selbstverständlich werden die, der Anode zunächstliegenden Theile das meiste Kupfer erhalten, zweimal so weit wegliegende werden nicht bloss halb so viel, sondern je nach der Leitungsfähigkeit des Bades und der Spannung des Stromes, weniger als die Hälfte erhalten, und zwar je geringer die Leitungsfähigkeit ist, je stärker die Spannung, desto mehr fällt die Anodenentfernung ins Gewicht. Es genügt also nicht zu sagen, die Gegenstände sollen z. B. 20 cm Abstand von der Anode haben, sondern es ist mindestens zu verlangen, dass die entferntesten, tiefsten Stellen nicht zweimal soweit von der Anode entfernt sind, als die der Anode zunächst liegenden.

Bei grossen Körpern ist es daher nothwendig, dieselben ringsum mit Anoden zu umgeben, und da es oft nicht angängig ist, lange Sachen senkrecht einzuhängen, so müssen wir horizontal über- und unterhalb je eine Anode horizontal einbringen. Dabei ist, um abfallende Theilchen von einer Ablagerung auf dem Gegenstand abzuhalten, nothwendig, die obere Anode in ein leinenes Tuch einzubinden. Alle Formen, welche leichter als die Badflüssigkeit sind, müssen beschwert werden, damit dieselben untersinken. Zu diesem Behufe giesst man sich verschieden grosse Bleistücke mit Löchern, die man mittels eines durch Wachs, Parafin imprägnirten, geschützten Bindfadens an die Form befestigt. Bei Formen, welche nur an einer Seite, der Bildseite, Kupfer aufnehmen sollen, muss man nach dem Graphitiren, das ja immer auch über die eigentliche Bildfläche sich hinaus erstrecken wird, diese weiteren Flächen von dem Graphit zu befreien, mit Wachs zudecken oder am besten durch ein geeignetes Instrument

(Geissfuss), einen in das Innere des nichtleitenden Grund-Materiales sich erstreckende Rinne, um die äussersten Grenzen, wo Kupfer wachsen darf, als Trennungs-Linie graben. Man darf jedoch nicht zu nahe an das eigentliche Bild gehen, weil die immer stärker und knotig werdenden Ränder bei späteren Fertigstellung wegfallen sollen.

Kann man nicht Metallstifte vor der Graphitirung anbringen, an welche der Gegenstand aufgehängt wird, so werden die Einhängedrähte vor dem Graphitiren am besten anzubringen sein, oder man bedient sich, besonders bei vielen kleinen, besonders Guttaperchaabdrücken eigener Einhängstangen, das sind mit Wachs, Parafin imprägnirte Holzstangen von 1 auf 3 cm mit passender Länge, an welchen man oben eine Bleizunge befestigt, welche über die Waarenstange gebogen wird. Mittels feiner Messingnägel befestigt man nun die einzelnen Modelle, indem man die Nägel durch die graphitirten, ausserhalb der Bilder befindlichen Theile der Guttapercha schlägt. Die Nägel müssen rückwärts etwas vorstehen und verbindet man nun die Nägel und Bleizungen durch einen Draht, den man um die einzelnen Nägel windet und bedeckt dann den Draht mit Wachs, oder man lässt den Bleistreifen auf der Rückseite bis hinunter gehen, so dass die Nägel im Blei Contakt finden und isolirt dann wieder mit Wachs, oder legt den Bleistreifen zwischen zwei Hölzern, Fig. 26. Das ganze System wird dann wieder durch eingehängte

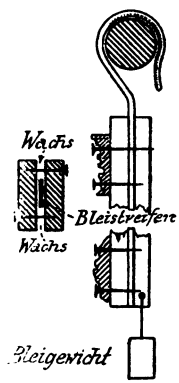


Fig. 26.

Bleistücke beschwert. Wir haben also als Regel vertikale Lage der Anode und vertikale Lage der Hauptdimensionen der Gegenstände. Bei Reproduction von Kupferplatten wird manchmal auch die horizontale Lage angeordnet, dann muss die Waare über der Anode hängen um frei von sonst auffallenden Theilen zu bleiben, diese Methode hat aber den schwerwiegenden Nachtheil, dass bei zu hoher Spannung und auch sonst, Luft und gebildetes Gas an der Waare hängen bleibt und Fehler gibt, dagegen hat man den Vortheil, die ganze Fläche in einer Flüssigkeitsschicht von gleichem specifischen Gewicht zu haben und daher gleichmässige Schichten zu erzielen, welches Resultat aber bei einer kräftigen Bewegung des Bades ebensogut zu erreichen ist.

Alle Gegenstände müssen, bevor dieselben eingehängt werden, mit Spiritus und Wasser übergossen werden, damit das Bad an allen Stellen adhärirt. Beim Einhängen ist der Gegenstand so zu bewegen, dass keine Luftblasen an demselben bleiben können, sind dieselben halb gedeckt herausgenommen, so müssen alle ungedeckte Stellen nochmals mit Spiritus und Wasser übergossen werden.

Bleiben kleine Stellen aus, in Folge schlechter Graphitirung oder Imprägnation, so kann man, wenn mit Wasser alles Bad abgespült, mit weingeistiger Silbernitratlösung (5 gr Silbernitrat gelöst in einer Mischung von 50 gr Wasser und 50 gr 96% Weingeist) mittels eines zugespitzteu Hölzchens tupfen. Das Silber fällt im Bade aus, und kann man so kleine Fehler vorsichtig repariren.

Bei grossen Fehlern muss man neu anfangen. Hat man es mit Ueberzugsgalvanoplastik zu thun, so kann

man den Gegenstand trocknen lassen und ohne Rücksicht auf vorhandenes Kupfer neu graphitiren.

Wird ein Gegenstand dem Bad entnommen, so ist darauf zu achten, dass die an der Luft sich schnell bildende Anlaufschichte durch die Säure des Bades wieder entfernt wird. Man hängt daher ein und isolirt kurze Zeit, bis das Kupfer wieder seine schöne Farbe erhalten hat. Ohne diese Vorsicht erhält man nicht haftende Schichten über einander. Sind Bad, Schwankvorrichtung und Stromverhältnisse in Ordnung, so kann man glatte Niederschläge bis $^1/_2$ mm Stärke in mattglänzendem krystallinischen Niederschlag erhalten.

6. Fertigstellen.

In den seltensten Fällen ist die Arbeit mit dem Niederschlagen beendigt. Die Erzeugnisse der Galvanoplastik sollen montirt, zusammengelöthet werden, erhalten dann noch eine weitere Metallisirung oder Färbung.

a. Ueberzugs-Galvanoplastik. Was die Arbeiten der Ueberzugsgalvanoplastik betrifft, so besteht die weitere Behandlung vorerst in dem Eintauchen in eine Lösung von Ferrocyankalium (gelbes Blutlaugensalz 10 gr auf 1 Liter Wasser). Es wird dadurch anhängendes oder in den Poren befindliches Kupfersulfat in schwefelsaures Kali und Ferrocyankupfer verwandelt, freie Schwefelsäure aber in die für die Gegenstände unschädliche, nicht ätzende Ferrocyanwasserstoffsäure und Schwefelsaures Kali verwandelt. Man zieht dann, nachdem man die Gegenstände einige Stunden im Ferrocyankalium-Bad gelassen durch Wasser oder lässt besser auch darin einige Stunden liegen. Dadurch wird jedes spätere Ausarbeiten von Säure und Salzresten vermieden.

Wenn der erzielte Niederschlag auch noch glatt ist, so hat er doch das Aussehen eines Niederschlages und nicht das des bearbeiteten Gusses und Bleches. Wir müssen demnach mit Hand (Schmirgelpapier und Feile) oder Schleifmaschinen die Oberflächen behandeln, ehe wir an eine weitere Dekorirung durch Färben gehen können.

Bei der Galvanoplastik, welche eigentlich nur einen stärkeren Schutz oder Veredlungsüberzug über Gyps, Wachs, organische Körper, darstellt, bleiben die Originale meistens unter dem Ueberzug, nur organische Feuchtigkeit enthaltende Körper müssen manchmal verkohlt werden, um keine späteren Ausschwitzungen zu geben. Man bringt hier vorerst Oeffnungen an tiefliegenden Stellen an, welche ein Entweichen der Dämpfe gestatten sollen und steckt in diese geölte Drahtstücke aus weichem Drath. Dann bettet man den ganzen Gegenstand in Gyps ein, jedoch so, dass die Drähte noch vorstehen und nach dem Anziehen des Gypses herausgezogen werden können. Man trocknet nun erst vorsichtig und steigert darauf die Wärme, um die Flüssigkeit zu verdampfen, und den Gegenstand zu verkohlen. Nach Entfernung der Gypsstücke kann man noch weiter gehen, den Gegenstand mit Spritzen auswaschen, wieder trocknen und leichtflüssiges Metall einspritzen. Immerhin sind derartige Arbeiten als Kunststückchen zu bezeichnen, die jedoch z. B. von Pariser Galvanoplastikern mit grossem Geschicke gehandhabt werden.

b. Galvanoplastik. Die fertigen Niederschläge der eigentlichen Galvanoplastik werden nach dem Trocknen von der Matrize entfernt durch Uebergiessen mit heissem Wasser, Erwärmen auf der offenen Flamme. Noch an-

haftende Theile des Wachses, der Guttapercha werden durch Ausglühen verbrannt und damit zugleich das Kupfer geschmeidig gemacht. Noch heiss taucht man die Gegenstände in alte Gelbbrenne, um dieselben unter Zuhülfenahme von Bürsten mit gebrauchtem Bims blank zu bekommen. Von Metallmatrizen trennt man die Niederschläge durch vorsichtiges Erwärmen, Einführen von Holzkeilen.

Immer wird man diese Erzeugnisse blank, ohne Zunder und Matrizenreste abzuliefern haben. Sollen die Niederschläge weiter verarbeitet, zusammengesetzt werden, so ist dies Gürtlerarbeit, für welche ein eigener Arbeitsplatz und eigene geübte Kräfte vorhanden sein müssen.

Hier ist nur zu wiederholen, dass man in vielen Fällen, um den Niederschlägen mehr Festigkeit zu geben, dieselben auf der Rückseite mit geringem Loth ausschwemmt, nachdem die Fläche verzinnt wurde. Man vermeide aber immer ein zu viel.

Weich gelöthete Gegenstände bringt man dann passend 1—2 Stunden in das saure Kupferbad, um eine gleichmässige Kupferoberfläche zu erzielen. Ein Loth, das sich leicht verkupfert, erhält man durch Zusammenschmelzen gleicher Theile Blei und Zinn.

Wir wollen hier darauf hinweisen, dass man nicht vermeinen muss, alles in Galvanoplastik herzustellen — glatte runde Theile, die genauer durch Drückarbeit zu erhalten sind, wird man von seiner Arbeit ausschliessen und beim Metalldrücker bestellen, um dieselben dann den galvanisch hergestellten Theilen anzufügen.

Häufig empfiehlt es sich überhaupt einen Rundkörper, in der Grundform durch Drückarbeit herzustellen,

auf welchen man dann die galvanisch erzeugten Verzierungstheile aufmontirt.

c. **Clichés.** Eine ganz eigene Handhabung erfordern die Clichés für die Buchdruckerei, dieselben werden in eigenen Hintergiesspressen hintergossen, dabei vor dem Erstarren gepresst, um eine ebene Druckfläche zu erzielen. Zu diesem Zwecke biegt man wenn die Rückseite verzinnt, die Ränder, welche überflüssig breit niedergeschlagen wurden nach hinten auf, legt den Niederschlag mit dem Gesicht auf ein Papier, um die Schärfe zu schützen und mit letzterem auf die Bodenplatte der Presse. Dann giesst man das Hintergiessmetall ein und gibt vor dem Eintreten des Erstarrens einen Druck mit der Presse. Die ganze Arbeit ist eine Specialität für sich, welche viel Uebung verlangt. Etwaige Vertiefungen in der Bildfläche werden auf der Rückseite mittels eines Greifzirkels angerissen und mittels des Rundbahnhammers auf einer Richtplatte bei zwischen gelegtem Papier vorsichtig herausgetrieben.

Dann werden die Kanten mit der Bestosslade rechtwinklig bestossen, die Rückseite abgedreht oder abgehobelt und das Cliché auf Holz montirt. Viel Arbeit erspart spart man sich hier, wenn man das eigentliche Cliché auf eine bestimmte gleiche Höhe abdreht und die Hölzer gleich in der stets gleichbleibenden Dicke gehobelt, bezieht.

Die Clichés werden oft noch vernickelt, um keinen schädlichen Einfluss bei Farbendruck zu erhalten. Für grosse Auflagen werden die Cliches auch in Nickelniederschlag gemacht, welcher entweder der Kupferstärke entspricht, oder dünner gehalten und durch Kupferniederschlag verstärkt wird. Da jedoch ein Nickel-

niederschlag auf einer graphitirten Fläche nicht zu erreichen ist, so stellt man sich am besten auf Umwegen eine Metallmatrize her, für welche das früher erwähnte gilt.

B. Galvanostegie.

I. Vorbereitung metallischer Gegenstände.

Zum Zwecke der Veredelung oder des Schutzes überziehen wir eine Reihe von Metallgegenständen mit Gold, Silber, Nickel, Messing, Kupfer. Die vorkommenden Metalle sind Zinn und Zinklegirungen, Neusilberlegirungen, Kupferlegirungen, Kupfer, Eisen etc. Man kann alle diese Metalle direkt in das betreffende Bad bringen, es wird jedoch oft vorgezogen Eisen, Blei, Zink, Zinnlegirungen erst zu verkupfern, ehe man vernickelt etc,

Die Verkupferung im alkalischen Bade ist immer nothwendig, wenn die genannten Metalle in einem sauren Bade einen weiteren starken Ueberzug erhalten sollen.

Wenn wir aber metallische Gegenstände mit einem anderen überziehen, so soll dieser Ueberzug selbstverständlich möglichst fest auf der Unterlage haften. Wir haben, ausser bei der Anwendung von Verquickungen, auf die wir später zu sprechen kommen, dafür kein anderes Mittel, als dass wir ein möglichst inniges und direktes Anliegen der Metalle aufeinander zu erreichen suchen. In wie weit hier molekulare Anziehungskräfte mitwirken können, ob dies überhaupt der Fall ist, davon wollen wir ganz absehen und nur anstreben, Metalltheilchen möglichst unvermittelt auf Metalltheilchen zu bringen. Zu dem Behufe muss die vorhandene Metallober-

fläche des betreffenden Gegenstandes unbedingt rein sein und muss das niedergeschlagene Metall als solches, nicht gemengt mit Gastheilchen und halbzersetzten Verbindungen niedergeschlagen werden. Als Vorarbeit haben wir demnach die Reinigung der Gegenstände zu betrachten, und bei der Arbeit des Metallisirens selbst die richtigen Stromverhältnisse, wie früher angegeben, einzuhalten. Die Oberflächen sind nun für unsere Zwecke verunreinigt durch anhaftenden Schmutz, Fett und chemische Verbindungen, meistens Oxyden des betreffenden Metalles.

a. Grobe Reinigung. Vorerst haben wir den anhaftenden groben Schmutz zu entfernen, der besonders bei geschliffenen polirten Oberflächen unter Kanten und in Vertiefungen vorhanden ist. Durch Bürsten mit Draht- oder Borstenbürsten, je nach der Empfindlichkeit der Oberflächengestaltung, Anwendung spitzer Hölzchen, Abreiben mit Sägespähnen geschieht dies. Diese Vorreinigung ist sehr nothwendig, um bei der nachfolgenden Entfettung nicht unöthig lange kochen zu müssen, um die Laugen nicht zu schnell auszunützen. Dicke Schmutzparthien würden beim Auskochen oft gar nicht ganz entfernt werden und bei den späteren Operationen bedenklich wirken.

Manchmal kann man sich durch Ausglühen der Gegenstände rasch helfen — wenn dieselben eine so hohe Temperatur vertragen — und in alten Gelbbrennen abschrecken.

b. Auskochen. Sonst kochen wir die Gegenstände aus, um die Oberfläche haftenden Fetttheile zu verseifen, wenn wir nicht den anderen noch möglichen Weg einschlagen, das Fett aufzulösen.

Welche Methode und wie wir dieselbe anzuwenden haben, hängt sowohl vom Metall als der Art des Gegenstandes ab.

Nach der Art der Oberfläche unterscheiden wir solche Oberflächen, welche roher bearbeitet, die Reihe der nachfolgenden Arbeiten, ohne Beschädigung einer Politur, feiner Kanten etc. vertragen, und solche, die zu fein bearbeitet sind, um nicht der möglichsten Schonung zu bedürfen. Stets werden letztere nur ganz dünn metallisirt werden, während ersteren die stärkeren Ueberzüge ertheilt werden.

Bleiben wir bei den ersteren, so haben wir noch nach den Metallen, Unterschiede in der Behandlung zu machen. Kupfer, Messing, Nickel, Neusilber, Eisen und ähnliche werden in einer Aetznatronlösung, hergestellt durch Lösen von 1 Thl. käufliches Aetznatron (sog. Laugenstein) in 10 Thl. Wasser, gekocht, wodurch eine Verseifung der fetten Theile eintritt.

Bei Blei, Zinn, Zink, nimmt man zum Entfetten anstatt der Aetznatronlösung, welche stark lösend auf diese Metalle wirkt, besser eine 10% Sodalösung.

Bei letzterem ist zu beobachten, dass diese Metalle in der Lauge etwas löslich sind und dass sich das aufgelöste Metall auf andere in die Lauge gebrachte Metalle aus der Lösung ausscheidet. Wir müssen also die Laugen getrennt halten.

Sehr feine Gegenstände, welche man ganz besonders schonen will, kann man auch durch öfteres Eintauchen in Benzin oder Aether entfetten.

Sind die Gegenstände ausgekocht, wobei darauf ein Augenmerk zu richten ist, dass keine Luft in Hohlräumen bleibt, oder beim Kochen sich ansammelt, so

müssen dieselben in warmem Wasser gespült werden, damit sich in dem warmen Wasser die gebildeten Fettseifen lösen. Reines Wasser muss dann von den Oberflächen gleichmässig angenommen werden. Dabei wird man sich einiger Hülfsmittel bedienen, sowohl um ganz kleine, als um unhandliche und mit Hohlräumen versehene Gegenstände bequem handhaben zu können. Dazu gehört das Anreihen auf Drähte (Kupfer, Messingdrähte oder für Blei, Zink, Zinn, Britannia: Eisendrähte.) Benutzung von Sieben aus Steingut etc.; Platten etc. versehen wir mit Ringen aus starkem Kupferdraht, welche den Randwulst übergreifend, eine bewegliche Handhabe und eine Oese für die Anwendung von Haken bilden. Solche Ringe stellt man sich dadurch her, dass man 2—4 mm starken, ausgeglühten Kupferdraht über einen Dorn zur Spirale wickelt und die Spiralen mit der Laubsäge zu Ringen auseinanderschneidet. Mittels zweier Flachzangen biegt man die Ringe auf, aber nicht durch Auseinanderzerren, sondern durch seitliches Auseinanderbiegen und über den Platten- etc. Rand zurück. Gegenstände bei denen überhaupt ein bequemes Aufhängungsmittel durch aus Draht hergestellte Oesen etc. erlangt werden kann, versieht man vor dem Auskochen mit demselben. Mittels geeigneter Drahthaken kann man dann besonders die in der Lauge heiss gewordenen Waaren bequem regieren, ausleeren, in warmem und dann in kaltem Wasser spülen.

Die Aetznatronlauge selbst kann man durch Kalk wieder gebrauchsfähig machen.

c. Abbürsten mit Bims. Hat man nun Gegenstände mit einfach glatt gestalteter Oberfläche und nur geringer Oxydation, die dann auch vollständig rein aus-

sehen, so kann man besonders bei einem gut überwachten Fabrikationsbetrieb die folgende Operation überspringen. In allen anderen Fällen aber und besonders bei dem Anfänger wird dieselbe Platz greifen müssen: es ist dies das Abbürsten der Waaren mit pulverisirtem und alkoholisirtem Bims.

Vorerst ist aber auf eines Gewicht zu legen, auf eine fettfreie Haut der arbeitenden Hände, denn wir haben die Waare entfettet und das Bürsten soll nur etwa in Vertiefungen zurückgebliebene Fettseifenparthien entfernen, oder gröbere chemische Verunreinigungen, Grünspanflecke etc.

Eine fettfreie Haut ist aber durchaus nicht so einfach herzustellen und noch schwieriger zu erhalten. Selbstredend darf von einem Drucke der Finger beim Anfassen der Gegenstände keine Rede mehr sein, weil man sonst aus den Fettdrüsen der Haut das Fett heraus auf die Oberfläche der Gegenstände presst.

Wir müssen hier unterscheiden, zwischen Reinigen der Hand um das zu erreichen, was man im gewöhnlichen Leben eine reine Hand nennt und dem weiteren Reinigen für unsere vorliegenden Zwecke.

Von Harzen, Fetten reinigt man die Hand, wenn dieselbe gröblich beschmutzt ist, durch Uebergiessen mit Terpentin, Benzin und Abreiben mit Sägespähnen bis zur Trockenheit. Darauf Waschen in einer Quantität herausgeschöpfter Auskochlauge und Abspülen. Sind die Hände nicht so stark verunreinigt, so genügt letzteres Abwaschen oder Abseifen und starkes Spülen.

Nunmehr nehme man eine kleine Menge stets vorräthig gehaltenen zu Pulver zerfallenen Kalkes (durch vorsichtiges Ablöschen zu erhalten) und wasche damit

wiederholt die Hände innen und aussen, bis man das Gefühl vollständiger Fettfreiheit erhält. Diese Abreibungen mit Kalk sind oft während der Arbeit zu wiederholen und alles Augenmerk darauf zu richten, dass man eine fettfreie Haut zur Gewohnheit macht. Ein Beispiel wird dies am besten erläutern.

Schreiber dieses war während einer vierzehntägigen Einberufung des betreffenden Arbeiters genöthigt, selbst zu arbeiten. Obwohl alle, ja täglich gesehenen und von ihm selbst überwachten Vorsichtsmassregeln gebraucht wurden, misslangen beim Gewichtsversilbern die ersten Dutzend Gabeln vollständig, weil jeder Gabelstiel, da wo er mit Daumen und Zeigefinger zum Einhängen angefasst wurde, beim Poliren zwei entsprechend kleine Bläschen aufgestandenen Silbers zeigte, und doch war er überzeugt, unbedingt fettfreie Hände gehabt zu haben.

Eine weitere unerlässliche Vorsicht ist das Nasshalten der Hände und die Freihaltung des Reinigungsraumes, sowie aller darin befindlichen Gegenstände und Werkzeuge von Fett, überhaupt der Ausschluss jeder andern Hand. In dem Reinigungsraum hat niemand etwas zu suchen, dort anzufassen oder niederzulegen, als der betreffende Arbeiter! Man befolge diese Regeln auf das Peinlichste, wenn man nicht immer wieder unvorhergesehenes und scheinbar unerklärliches Missgeschick haben will!!!

Das Abbürsten nun geschieht auf den früher beschriebenen Tischen, mit Wasser- Zu- und Ablauf mit entsprechend geformten Borstenbürsten auf eigenen Brettern. Dabei wird man bei Massenwaaren einige Kunstgriffe erlernen müssen, welche die Arbeit wesentlich beschleunigen. Solche Kunstgriffe können nicht alle

aufgezählt werden, es genügt, auf einige aufmerksam zu machen.

Hat man Waaren, die alle gleich sind und sich in einander oder fest aneinander legen lassen, so nimmt man 1 Dutzend Löffel z. B. zusammen und bürstet nun alle Kanten gemeinsam. Dann nimmt man einen Borsten-Pinsel und bürstet Hohlraum nach Hohlraum das Dutzend durch, dann alle Laffen, (Kehrseite der Höhlungen) dann die Stiele. Oder man fertigt sich aus Holz kleine Vorrichtungen, um Gegenstände mit Dornen daran fest zu stecken etc. Platten bürstet man zuerst innen dann aussen, damit die aufliegende Fläche zuletzt gereinigt wird und umfährt dann den Rand, der zuletzt als Auflage gedient hat, nochmals etc.

Nach dem Abbürsten spült man die Gegenstände in reinem Wasser und vermeidet von jetzt ab selbstverständlich alles unnöthige Berühren mit der Hand. Ist dies doch nothwendig, so reinigt man dieselbe wiederholt und hütet sich vor jedem Drucke.

d. Abbrennen. Damit haben wir nun eine fettfreie Oberfläche erhalten, die aber noch bedeckt ist mit Oxydationsschichten etc. Die Entfernung dieser geschieht durch chemische Einwirkung, indem man durch passende Säuren nicht bloss die chemisch veränderten Oberflächen, sondern überhaupt eine — allerdings sehr dünne Schicht zur Auflösung bringt und so reines Metall frei legt.

Für **Kupfer, Messing, Neusilber** bedient man sich hier einer Mischung aus gleichen Volum-Theilen englischer Schwefelsäure und käuflicher Salpetersäure, sog. Scheidewasser; diese im Handel befindliche gewöhnliche Säure hat meist 40° Beaumé; es ist jedoch vortheilhaft

dieselbe mit Wasser zu verdünnen, bis dieselbe 36° B. zeigt. Auf 1 Kilo Säure von 40° setzt man 200 gr Wasser, und erhält dann eine Säure von 36° B. Man setzt auf 1 Kilo dieser Salpetersäure beim Gebrauch jeden Tag ein paar Messerspitzen voll Kochsalz zu, wodurch in der Mischung eine entsprechende Menge chlorsalpetrige Säure entsteht, welche die Wirkung der Beize verstärkt.

Manche setzen auf obige Mischung noch ca. 10 Thl. Glanzruss zu, um die Zersetzung der Salpetersäure einzuleiten. Die Flüssigkeit soll nicht gleich nach dem Mischen der Säuren, wobei eine grosse Wärmeentwickelung entsteht, sondern erst nach dem Abkühlen verwendet werden.

Man muss die Salpetersäure beim Mischen zur Schwefelsäure und nicht umgekehrt giessen.

Man taucht die angebundenen, an Haken befindlichen oder in Siebe gelegte Gegenstände rasch ein, bewegt dieselben aber nur secundenlang, sieht hauptsächlich darauf, dass nirgend Luft zurückgehalten wird. Man nimmt dann heraus, lässt möglichst rasch die anhaftende Säure ablaufen, eventuell lieber beim Abspülen mit verloren gehen, und spült kräftigst in einem direct neben der Gelbbrenne befindlichen Wassergefäss.

Wir heben besonders hervor, dass die Gegenstände nicht so lange in der Brenne verweilen dürfen, bis dieselben ausserhalb braune Dämpfe entwickeln. Bevor wir die weiteren Manipulationen besprechen, müssen wir noch die anderen Metalle behandeln, die wir oben nicht aufzählten, auch führen wir hier gleich an, dass die durch das Abbrennen erzielte reine Oberfläche für ede chemische Einwirkung, wie Oxydation, sehr em-

pfänglich ist, und vor allem nicht trocken werden soll. Nicht abbrennen können wir: **Eisen, Blei, Zinn.** Hier müssen wir uns mit einem um so gründlicheren Bürsten begnügen. Eisen kann man zwar in Salzsäure bringen, wir empfehlen jedoch bei Eisen die Anwendung jeder Säure zu vermeiden, da dieselbe schwer wieder vollständig aus den Poren, besonders des Gusseisens zu entfernen ist.

Manche französische Firmen, welche Eisen, wie Balkongitter mit starkem Kupferüberzug versehen, gehen wie erwähnt, soweit, dass sie das Eisen einfach lackiren, graphitiren und verkupfern, also gleich auf ein direktes Anliegen des Kupfers verzichten, um nicht später Ausschwitzungen zurückgehaltener Säure und Anfressungen zu erhalten.

Wer Massenartikel in Eisen metallisiren will, entfernt den Glühspahn, Gusshaut am besten mit einem Sandstrahlgebläse, nachdem die Gegenstände entfettet und getrocknet wurden.

Selbstredend gilt dasselbe nicht für geschliffene und polirte Oberflächen, welche später zu besprechen sind. Hat man jedoch Eisen in eine Mischung von 10 gr englischer Schwefelsäure auf 1 l Wasser abgebeizt, so neutralisirt man am besten mit Kalkwasser und spült dann reichlich. Blei und Zink werden nur gebürstet, dagegen kann man **Zink** abbrennen. Die Gegenstände müssen an Zinkdrähten oder Streifen befestigt sein. In die Brenne für Zink dürfen keine anderen Metalle eingebracht werden.

Da jedoch diese Metalle (ausser Eisen) so weich sind, dass bei einem kräftigen Bürsten auch eine genügend dicke Schichte mit weggenommen wird, um

das reine Metall bloss zulegen, so erscheint ein Abbrennen auch überflüssig.

Noch bleibt zu erwähnen die Entfernung von Glühspahn, besonders auf gelötheten Kupfersachen (z. B. auch ausgegossene Medaillen), dieselben legt man nach dem Entfetten und vor dem Bürsten in alte Gelbbrenne. Doch wird bei weichgelötheten Sachen auf das Weichloth aus der Gelbbrenne Kupfer auf diese Weichlothstellen niedergeschlagen. Solche Stellen müssen nachgebürstet werden, und gehören diese Artikel in Bezug auf spätere Behandlung zu solchen, welche ganz aus ähnlichen Legirungen bestehen, d. h. sie müssen zuvor im alkalischen Kupferbad verkupfert werden.

Wendet man Wismuthloth, 2 Thle. Blei, 2 Thle. Zinn, 1 Thl. Wismuth an, so vergolden und versilbern sich auch die Löthstellen. Hat man es mit montirten und weich zusammengelötheten galvanoplastischen Erzeugnissen zu thun, so bringt man dieselben besser, wie erwähnt noch einige Zeit in das saure Bad, um eine gleichmässige Kupferoberfläche zu erhalten.

Das Abbrennen ausser für Blei und für Zinn kann aber auch anderweitig ausgenützt werden, besonders bei ganz dünnen Vergoldungen, Vernickelungen und Vermessingungen. Man kann durch geeignetes Brennen sowohl ein fein Matt, als eine glänzende Oberfläche zu Stande bringen, die bei der angewandten hautdünnen Metallisirung ihre Geltung behält.

Glanzbrenne. Man verwendet hierzu eine Mischung
von $1^1/_2$ Kilo Salpetersäure von 36° Beaumé.
2 „ englischer Schwefelsäure 66° Beaumé.
und 10 gr Kochsalz.

Mattbrenne.

3 Ko Salpetersäure 36° Beaumé.
2 „ Schwefelsäure 66° Beaumé.
15 gr Kochsalz.
15 „ Zinkvitriol.

e. Entfetten mit Kalk etc. Wir wenden uns zu solchen Gegenständen, deren vollendete Oberflächenbearbeitung durch Schliffe, Politur, scharfe Kanten, die vorigen Proceduren nicht ohne Nachtheil für diese bestehen könnte.

Müssen wir schon Beschädigungen durch Einlegen in den Kochkessel mit anderen Gegenständen befürchten, so wird man die Gegenstände über Stangen gehängt einbringen, oder man reinigt durch Abbürsten mit natürlich entsprechend weichen Bürsten und Wienerkalk, geschlemmten Kalk.

Man kann auch ein Auflösen des Fettes in Benzin, Kampferöl durch längeres darin liegen lassen bewerkstelligen, besonders, wenn man Fett- und Lackkrusten zu entfernen hat, und ein Verbrennen, Verkohlen derselben durch Ausglühen nicht möglich ist.

Einen sicheren Erfolg wird man aber nur dann haben können, wenn diese Metalloberflächen nicht stark chemisch verändert sind, denn die milderen Mittel, die wir hier anwenden können um Oxydationen zu entfernen, können nur schwach wirken. Hat man aber die Gegenstände auf die angegebene Weise entfettet, so taucht man dieselben einige Zeit in verdünnte Salzsäure. 300 gr rohe Salzsäure auf 1 l Wasser, oder was unbequemer ist, in heisse Cyankaliumlösung.

Wir bemerken hier, dass besonders der Vernickler oft, ja dieser meist gezwungen ist, diese feine Ober-

flächenbearbeitung als erste Arbeit selbst vorzunehmen, daher eine Schleiferei einzurichten hat. Eine solche zu beschreiben ist nicht Zweck des vorliegenden Buches. Um eine solche rationell einzurichten und zu betreiben gehört eine eigene Praxis, die in den Gewerben der Geschmeidewaaren-Verfertiger etc. zu erlernen ist. —

f. Saure Wässer. Damit haben wir die Reinigung der Gegenstände erledigt, dieselben sind aber zumeist im Wasser wieder angelaufen, und ehe wir dieselben ins Bad bringen, müssen wir dieselben entsprechenden Falles durch saures Wasser (20 gr Schwefelsäure auf 1 l Wasser) ziehen und dann spülen oder wir müssen, wie bei Eisen, Blei, Zinn etc. dieselben möglichst rasch vom Bürsten weg in das Bad hängen und zwar sofort mit Strom. Sind aber die Waaren noch nicht an Drähten befestigt, die zugleich zum Einhängen in das Bad dienen, so müssen vorerst die Vorrichtungen angebracht werden, mittels deren wir die Waaren einhängen. Von einigen haben wir schon gesprochen und geben wir bei der Besprechung des Einhängens weitere.

Wir haben es praktisch gefunden, über dem sauren Wasser und der Quicke, von der gleich die Sprache sein wird, passende Gestelle anzubringen, in welche man die Anhängevorrichtung einlegt, dann befestigt man die Waare in der nothwendigen Weise, zieht dann durch das saure Wasser, spült und hängt ins Bad.

g. Verquicken. In vielen Fällen wendet man nun besonders für eine starke Metallisirung eine Quicke an, d. h. man bringt durch Eintauchen in Quecksilberlösung durch den dabei erfolgenden Metallaustausch eine dünne Schichte Quecksilber auf den Gegenstand. Diese Quecksilberschichte gibt nun sowohl mit dem Grund-

material als mit dem niedergeschlagenen Metall eine Legirung und bildet so einen vermittelnden Uebergang zwischen beiden. Unbedingt nothwendig ist dieses Verquicken bei der Gewichtsversilberung und darauf folgender Polirung, unanwendbar ist es bei ganz dünnen Ueberzügen, weil bei derselben die Quecksilberlegirung durchschlagen würde. Man verquickt nun Kupfer, Messing, Neusilber bei geringer Gewichtsversilberung, z. B. in einer Lösung, welche man erhält, indem man am besten 10 gr salpetersaures Quecksilberoxyd mit 20 gr Salpetersäure und 20 gr Wasser anreibt und dann die Lösung in 10 l Wasser bringt.

Bei stärkerer Verquickung nimmt man auf 10 l Wasser 20 gr salpetersaures Quecksilberoxyd und 40 gr Salpetersäure. Die Amalgamirungsflüssigkeit wird natürlich durch den Gebrauch erschöpft; man gibt dann etwas salpetersaures Quecksilberoxyd zu, welches man zweckmässig mit der alten Quicke in einem Porcellanmörser verreibt.

Eine andere Verquickungsflüssigkeit auf Kupfer und Messing, welche ausgezeichnete Resultate gibt, ist folgende:

25 gr Quecksilberchlorid und 25 gr salpetersaures Ammoniak werden in 200 gr Wasser gelöst, hierauf Salmiakgeist zugegeben, bis sich der entstandene weisse Niederschlag gerade wieder löst.

Bei Messing, speciell dünnen, gedrückten Gegenständen tritt beim Verquicken die Erscheinung auf, dass dieselben rissig werden. Für diese Gegenstände, sowie solche, welche nicht in eine saure Verquickung gebracht werden dürfen, empfiehlt sich die alkalische Verquickung von folgender Zusammensetzung:

stärkere: 10 gr Cyanquecksilber
10 „ Cyankalium
1000 „ Wasser.
schwache für dünne Gegenstände:
1 gr Cyanquecksilber
1 „ Cyankalium
1000 „ Wasser.

Nach dem Verquicken spült man und hängt ein. Wir wollen hier des Umstandes erwähnen, dass wir entgegen der bisher gebräuchlichen Darstellungsweise, das Gesammtgebiet des Reinigens durcheinander, und nicht in Receptform für einzelne Metalle gebracht haben, und dies aus den Gründen, weil es uns sowohl unmöglich erscheint, für alle Fälle Recepte zu geben und weil es andererseits unbedingt nöthig ist, dieses Kapitel vollständig zu beherrschen, ehe man an eine praktische Anwendung denken kann. Wir wiederholen, dass durch eine ungenügende Reinigung und Behandlung die meisten Anstände entstehen.

h. Zusammenstellung. Wir stellen hier kurz die Manipulationen nochmals zusammen:

1. Ausglühen: dünne mit Lack, Pech etc. beschmutzte Gegenstände.

2. Auskochen. Alles was nicht ausgeglüht oder bloss mit Kalk gebürstet wird.

3. Abbürsten mit Kalk, mit oder ohne vorheriges Auflösen des Fettes in Benzin für polirte etc. Gegenstände.

4. Abbürsten mit Bims, für ausgekochte Gegenstände, bei denen man der Vertiefungen etc. halber nicht sicher ist, dass aller Schmutz, Fettseife abgespült ist, und die keine fein bearbeiteten Oberflächen besitzen.

5. Abbürsten und Abbeitzen für Gegenstände mit groben chemischen Veränderungen (Zunder an der Oberfläche.)

6. Abbrennen aller ausgekochten Sachen, wenn man nicht wie bei Zinn etc. direct ins Bad gibt und die keine fein bearbeiteten Oberflächen besitzen.

7. Eintauchen in saures Wasser, oder in heisse Cyankalilösung bei fein bearbeiteten Oberflächen.

8. Verquicken der Gegenstände, welche nach Gewicht, resp. stark metallisirt werden.

Zweck aller dieser Manipulationen ist die Oberfläche fettfrei zu bekommen und eine Oberfläche unbedingt reinen Metalles zu erzielen, welche bis zum ersten Aufhängen im Bade erhalten bleiben muss.

i. Entfernung vorhandener Metallüberzüge. Wir können aber auch zum Metallisiren Gegenstände erhalten, bei denen das Metallisiren durch die vorgeschrittene Abnutzung einer früheren Metallisirung wieder nothwendig geworden ist, oder bei denen die von uns vorgenommene Metallisirung aus irgend welchen Gründen missglückt ist.

Als Regel ist die vollständige Entfernung des alten Ueberzuges zu betrachten, unbedingt ist die Entfernung missglückter Ueberzüge zu bewerkstelligen, da man ja nicht sicher ist, welche weitere Stellen schlecht haftend sind.

Eisen entfernt man von Kupfer (verstählte Kupferplatten) mittels verdünnter Salz- oder auch Schwefelsäure.

Zinn entfernt man von der Kupferoberfläche am besten durch Salzsäure.

Nickel entweder durch vorsichtiges Abbrennen in Salpetersäure und zwar durch wiederholtes kurzes Eintauchen und sofortiges Abspülen oder Abschleifen. Kupfer durch Abbrennen in Salpetersäure, wenn es die Unterlage erlaubt, oder abschleifen.

Silber durch die Absilberung (gleiche Theile von Schwefelsäure und Salpetersäure) oder ein Gemisch von 20 Thln. englischer Schwefelsäure und 4 Thl. Salpeter, über einem Gasbrenner erhitzt. Gold meist nur durch Abschleifen, resp. Abschmirgeln. Liegt die Vergoldung auf einer Versilberung, so geht dieselbe mit der Versilberung weg, endlich kann man chemische Mittel und Bäder anwenden. Die so von der oberflächlichen Metallschichte befreiten Gegenstände behandelt man dann wie neue Gegenstände.

2. Gewichtskontrolle des Niederschlages.

Ehe Gegenstände, die z. B. nach Gewicht zu versilbern sind, eingehängt werden, muss man deren Gewicht feststellen. Man bedient sich dazu einer gewöhnlichen Tafelwaage, welche $^1/_2$ gr noch bei einer Belastung von 3 Kilo anzeigt.

Man legt zu dieser Prüfung auf beide Schalen 3 kg, gibt auf einer Seite $^1/_2$ gr zu, und sieht, ob noch ein genügend merklicher Ausschlag entsteht. Ist diess nicht der Fall, so lässt sich diess bei den guten im Handel befindlichen Waagen durch ein Abziehen der Schneiden von einem Mechaniker erreichen.

Um bequem und sicher die natürlich stets nasse Waare wiegen zu können, ersetzt man die Waarenschaale durch eine schiefe Ebonitplatte mit Rändern und Ablauf rückwärts. (Fig. 27.) Wischt man diese Platte stets mit einem Schwamm ab und lässt damit die gleiche Menge

Feuchtigkeit auf derselben, und gewöhnt man sich daran, die Waare unmittelbar vor dem Wiegen durch Wasser zu ziehen und stets gleich lang abzutropfen, stets gleich abzuschütteln, so erzielt man in den einfachen Fällen Gewichte, die auf ein Gramm genau sind. Sehr grosse Flächen, wie Platten, oder mit kleinen das Wasser festhaltenden Theilen, wie Ketten, erfordern viele Uebung. Die in der Figur angegebenen senkrechten Stangen dienen zum Anlegen von Platten, oder zum Einhängen von Waare mit den Einhängvorrichtungen, von denen später die Rede sein wird.

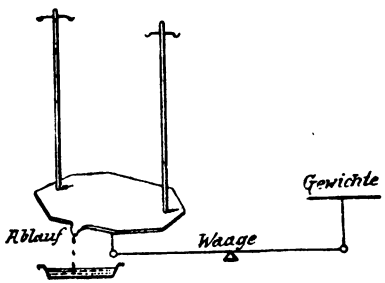


Fig. 27.

Hervorzuheben ist, dass die Form der gebräuchlichen Gewichte für die immer nassen Hände unpraktisch sind, besonders die Stücke von 1 gr. Dafür macht man sich eine Reihe von Grammgewichten aus Draht, indem man z. B. einen Kupferdraht von 20 gr abwiegt in 20 Thle. theilt und die einzelnen, nunmehr recht genauen Grammstücke in passende Form Fig. 28 bringt. Diese Gewichte sind in genügender Anzahl immer vorräthig zu halten.

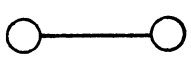


Fig. 28.

Als Controlle oder das Wägen vollständig ersetzend, haben wir das Ampèremeter, resp. dessen Angaben, wie viel Gramme in der Stunde niedergeschlagen werden. Für leichte Metallisirungen und bei theuren Metallen

wie Gold, bildet letzteres den einzigen Anhalt. Die Waage aber sollte auch für geringwerthige Metalle, besonders für Probestücke zu Controlle angewendet werden. Ueber alle diese Angaben muss natürlich Buch geführt werden, so lautet ein Buch der Gewichtsversilberung:

wie viel	mit	was	soll	Zeit	roh	Zeit	wiegt	Zeit	wiegt
1 Dtzd.	50	Löffel	450	10 h	400	11 h	415		

d. h. um 10 h. haben wir ein Dutz. Löffel eingehängt, dasselbe wog 400 gr, es soll 50 gr erhalten, also fertig 450 gr wiegen. Um 11 h. haben wir zur Controlle wieder gewogen und 415 gr erhalten. Geht die Versilberung im gleichen Schritt vor sich, so haben wir:

15 gramm in 1 Stunde also 50 gr in x Stunden

$\frac{50}{15} = 3{,}333$ also in etwas mehr als $3^1/_3$ Stunde.

Es ist dies sehr nothwendig zu wissen, damit z. B. hier ein Dutzend Löffel nicht in der Mittagspause fertig wird, oder erst nach Feierabend und werden wir auf Grund dieser Proben unsere Stromstärken reguliren.

Einfach wird dieses Buch für Messungen mit dem Ampèremeter z. B. 1 Dutzend Ketten mit $^1/_2$ gr zu vergolden.

wie viel	mit	was	Ampère	davon treffen	Dauer	eingehängt	fertig
1 Dutz.	0,5	Ketten	2	0,5	24 M.	10 h	10,24

1 Ampère schlägt in der Stunde rund 2,5 gr Gold nieder, das Bad arbeitet mit 2 A, davon treffen 0,5 A auf das eingehängte Dutz. da 4 Dutz. eingehängt sind, also 1,25 gr in der Stunde. Das verlangte halbe gramm ist also in $\frac{0{,}5}{1{,}25} = 0{,}4 = 24$ Min. niederschlagen.

Da um 10 h. eingehängt wurde, sind dieselben um 10,24 fertig. Würden wir aber um 10,15 noch 2 Dutz. einhängen, so erhält 1 Dutz. nur noch 0,33 A = 0,8 gr pro Stunde. Man hätte also in der Aufschreibung zu rechnen, was auf die einzelnen Dutz. bis 10,15 niedergeschlagen wurde und die Zeit für den Restniederschlag neu zu bestimmen.

Das Gleiche gilt vom Vernickeln, Vermessingen etc. Man muss sich klar werden, wie viel Gramm (wenn auch Bruchtheile) eine bestimmte Anzahl, ein bestimmter Gegenstand erhalten soll, um einer gewissen Qualität zu entsprechen.

Aus der Angabe des Ampèremeters ergibt sich die Zeit, welche zur Erzielung dieses Niederschlages nothwendig ist. Man soll immer auch darüber Buch führen, denn man kann bei einigermassen flottem Betriebe die Einhänggegenstände und Einhängedauer nicht im Kopfe behalten. Ohne eine derartige, wenn auch noch so einfache Aufschreibung wird man nie klar, ob eine Kunde gut oder schlecht bedient ist. Wenn es sich herausstellt, dass eine Vernickelung im Gebrauche zu schnell abgenutzt ist, wird man auf Grund solcher Buchführung im Stande sein, die Stärke doppelt, dreifach so gross zu nehmen.

Auch wird man nur mit dieser Hülfe in der Lage sein, die Kosten der Metallisirung gleichmässig zu berechnen.

3. Einhängen, Niederschlagen.

a. Niederschlagen. Haben wir nun eine Wägung vorausgehen lassen oder nicht, immer muss vor dem unmittelbaren Einhängen eine Spülung in saurem Wasser oder in anderem vorausgehen, dann wird noch in reinem

Wasser gespült und an der Deckleitung eingehängt, wobei Sorge zu tragen ist, dass keine Luft in Hohlräumen etc. zurückbleibt.

Ueber diese Einrichtung haben wir das Nöthige schon bei der allgemeinen Einrichtung gesprochen, wir haben hier nunmehr darauf aufmerksam zu machen, dass man den Strom nach der vorhandenen Oberfläche regulirt. Ebenso haben wir die nothwendige Entfernung zwischen Anode und Waare erwähnt, sowie die Natur der Anoden, deren Aufbewahrung etc. etc.

Wir haben nun, wenn die Waare gedeckt und mit dem allgemeinen Strom weiter läuft, dieselbe in der ersten Zeit aufmerksam zu beobachten, aus diesem Grunde brauchen wir eine gute Beleuchtung der Bäder, Schon beim Decken müssen wir sehen, dass dies rasch und bedingt gleichmässig geschieht, auch bei den Matrizen der Galvanoplastik. Ist dies nicht der Fall bleiben Stellen aus, so kann dieses seinen Grund haben in zu kleinem Abstand von der Anode, derselbe ist zu vergrössern, die Waare aber vorher abzuspülen, durch das saure Wasser zu ziehen etc.

Sehr tiefe Hohlräume aber, wie z. B. Innenräume von Kannen werden sich überhaupt nicht bis zum Boden decken, und um dies zu erreichen, kann man Anoden anwenden, welche in das Innere reichen und die an Drähte angelöthet sind, oder man verzichtet vorläufig darauf und nimmt die Metallisirung der Innenräume besonders vor.

Zu diesem Behufe haben wir bei der Einrichtung den Arbeitstisch mit besonderer Stromzuführung angegeben. Ist die Waare aussen fertig — bei Gewichtsmetallisirung wird das Metallgewicht für Innen dann

zuerst abgezogen, so werden die Gegenstände gut mit Bims ausgebürstet, eventuell verquickt und mit dem Bade gefüllt aufgestellt. Das für die Innenmetallisirung aufzuwendende Metallgewicht richtet sich natürlich nach der Abnutzung, die dem Innenraum durch Gebrauch etc. zu Theil wird.

Das Ausbleiben von Oberflächentheilen beim Decken kann aber auch seinen Grund in einem zu dicht neben einanderhängen der Waare haben, um ein Beispiel zu wählen, nehmen wir Löffel an, die wir wie in der Fig. 29 bei i gehängt annehmen, dann werden sich die eigentlichen Flächen schwer decken, und gerade die dem Gebrauche ausgesetzten Theile schwach ausfallen. Die richtige Lage ist eben Fig. 29 bei k. Dasselbe ist aber der Fall bei allen Körpern, und müssen wir deren gegenseitige Entfernung nach diesen Erfahrungen regeln. Die Erscheinungen beim Decken geben uns dann auch Aufschluss, wie der Gesammtmetallüberzug sich auf die Oberfläche vertheilen wird, alle Stellen, die im Decken zurückblieben, werden auch bei der fertigen Waare eine entsprechend dünne Metallschicht erhalten haben und werden wir die Waaren so hängen, dass die der Abnutzung am meisten ausgesetzten Stellen den stärksten Niederschlag erhalten. Je gleichmässiger wir aber den Ueberzug erreichen, desto weiter muss die Waare von der Anode entfernt sein, desto gleichmässiger müssen die Anoden um den Gegenstand vertheilt sein.

Aus diesem Grunde werden wir in besonderen Fällen dazu greifen, horizontal über und unter der Waare Anoden einzubringen. Bei der Anode über der Waare haben wir der abfallenden Theile wegen wieder die Vorsicht zu gebrauchen, dieselbe in ein Stück Lein-

wand einzubinden. Die Anode unter der Waare kann man nur, wie bei sauren Kupferbädern angegeben, auf den Holzrost legen.

Bleiben aber ohne die erwähnten Umstände Stellen aus, so haben dieselben ihren Grund in ungenügender Reinigung und zwar zumeist ungenügender Entfettung, oder Wiederbefettung durch die Hände des Arbeiters. Wenn nicht gar zu oberflächlich zu Werke gegangen wird, so genügt ein Abbürsten dieser Stellen, und wenn eine Verquickung angewendet wurde eine Wiederverquickung. Auch ohne Schuld des Arbeiters treten beim Decken und auch noch später Erscheinungen auf, die einer Nacharbeit bedürfen. Aus engen Hohlräumen, schlecht ausgeflossenen Löthstellen bilden sich im Bade aufsteigende Schmutzströme, meist aus nunmehr zur Lösung gelangenden Fettseifen, welche sich an die Oberfläche des Gegenstandes anlegen und hier den Niederschlag hindern oder nicht haftend machen. Man hilft sich hier durch öfteres Herausnehmen, Bürsten und Einhängen in anderer Lage. Vermuthet man derartiges bei der noch unvorbereiteten Waare, so ist es gut vorzubeugen, z. B. durch entsprechendes Erhitzen der Stellen, oder besonders Behandeln nach dem Auskochen durch Einlegen in Lösemittel wie Benzin. Besonders in der Gewichtsversilberung können weichgelöthete Sachen dadurch sehr unangenehm werden.

Man liest nun oft, dass die eingehängte Waare von Zeit zu Zeit dem Bade entnommen und gekratzt werden muss. Das ist unserer Erfahrung nach falsch und zu vermeiden. Wird der Niederschlag rauh, so ist der Strom zu stark oder das Bad nicht in Ordnung. In diesem Falle ist der Strom zu ändern, das Bad in Ordnung zu bringen.

Will man oder muss man trotzdem mit den Verhältnissen arbeiten, so kann man durch zeitweiliges Kratzen Besserung für die gerade in Arbeit befindliche Waare herbeiführen. Da aber mit dem Kratzen eines Niederschlages auch ein Theil, und zwar um so mehr, je amorpher derselbe ausfällt, wieder hinweggenommen wird, so ist diese Handhabung z. B. für Gold eine höchst verschwenderische. Immer aber, wenn wegen Unreinheit Missstände entstehen, kann das Kratzen das Uebel durch Vertheilung der Unreinheit auf der Oberfläche nur vergrössern, dazu kommt, dass die Kratzbürste bei starker Verquickung in die auf der Verquickung noch dünn metallisirte Oberfläche einritzt und einritzen muss, was besonders bei der Gewichtsversilberung der Fall ist.

Dagegen wird mit dem übergebürsteten Bims am besten die Unreinigkeit entfernt — selbstredend hat man hier sich vor festem Anfassen sehr zu hüten. Ist aber die Waare gedeckt und verläuft die Metallisirung in den richtigen Grenzen, so ist gar kein Grund vorhanden, dieselben vor Beendigung derselben herauszunehmen, ausser um dieselben behufs gleichmässiger Vertheilung der Metallisirung umzuhängen oder um dieselbe zu wägen.

Ein solches Umhängen wird bei starker Metallisirung auch desshalb nothwendig, damit die Stellen, an welchen der Aufhängedraht anliegt, keine auffallenden Vertiefungen geben.

b. Einhängevorrichtungen. Es erübrigt uns nun die Einhängevorrichtungen selbst zu besprechen. Einiges haben wir beim Reinigen schon erwähnt, über-

haupt wird man schon dort in vielen Fällen auf das spätere Einhängen Bedacht genommen haben.

Die Waare selbst wird entweder an Drähten eingehängt, deren oberes Ende man um die Laufstange schlägt. Damit insbesondere bei leichten Gegenständen ein guter Contakt erzielt wird, ist es gut, das Drahtende hakenförmig zu biegen und sattelförmig auf die Stange zu geben (Fig. 29a), man erhält damit einen besseren Contakt, als wenn der Draht rund um die Stange gebogen wird und keine Stelle bei der geringen Belastung des Drahtes fest aufliegt. — man hat eben zu bedenken, dass die Güte des Contaktes auch von dem Drucke abhängig ist, mit dem die Theile aufeinander ruhen. Die zur Verwendung gelangenden Drähte müssen sauber sein, damit das sich auch auf dieselben niederschlagende Metall festhaftet und z. B. bei Silber nicht durch Abbröckeln verloren geht oder bei späterer Wiederbenutzung auch mit dem innen befindlichen Draht Contakt hat. Drähte, die zur Versilberung gedient, werden zweimal (oben und unten) gebraucht, dann abgesilbert, ausgeglüht, mittelst zweier Flachzangen gestreckt und nach der Reinigung durch Abbrennen wieder in Gebrauch genommen. Am besten

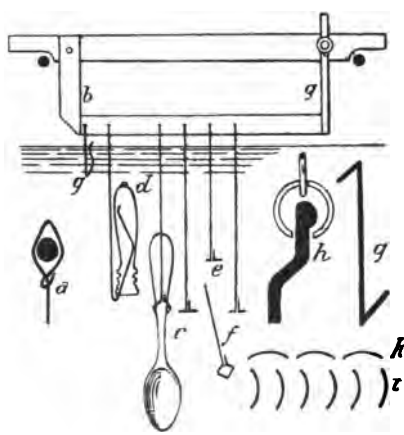


Fig. 29.

wird man die Drähte in einigen bestimmten Längen in genügender Anzahl vorräthig haben. Bei der Herstellung von Artikeln, die dutzendweise zu fertigen sind, empfiehlt es sich, besondere Gestelle zum Anhängen zu haben, und führen wird in Folgendem solche für Versilberung von Bestecken etc. vor.

An einem Rahmen aus Messingblechstreifen, der fast bis zur Badoberfläche reicht, sind z. B. innen 6 Drähte aus hartem Messingdraht in Löcher gesteckt, umgebogen und angelöthet. Das untere Ende ist dann zur Aufnahme der betreffenden Gegenstände passend gebogen, so wie in der Figur für Löffel c, Hefte d, Kaffeelöffel e, perspektivisch f, Ketten g etc. Sind die Drähte auf vielleicht 2 mm Durchmesser gewachsen, so werden dieselben abgeschnitten und eingeschmolzen und dafür neue eingefügt. Die Herstellung dieser Aufhängedrähte muss natürlich sehr gleichmässig erfolgen und empfiehlt es sich, sich dazu passender Lehren zu bedienen. Der Apparat kann fest aus Blechstreifen zusammengesetzt oder der untere Theil mittelst Schrauben und senkrechtem Runddraht zum Verschieben eingerichtet sein: g.

Es mag hier erwähnt werden, dass wir speciell für Versilberung es sehr empfehlenswerth gefunden haben, sämmtliche Stangen von Zeit zu Zeit leicht zu versilbern, um stets eines guten Contaktes sicher zu sein. Es ist ja damit allein noch nicht abgethan, dass man jedes Dutzend Löffel z. B. wiegt, um das betr. Silbergewicht zu haben; bei mangelhaftem Contakt kann das eine halbe Dutzend leicht $^1/_3$ mehr, also zuviel Metall erhalten und das andere weniger, wenn auch durch Anwendung des erwähnten Rahmens die

Gleichmässigkeit innerhalb eines halben Dutzend gesichert ist.

Haben wir hauptsächlich der schnellen und sicheren Arbeit wegen für Dutzendwaare eigene Gestelle angefertigt, so ist ausserdem zu empfehlen, die gewöhnlichen Bindedrähte (die stets Kupfer sein müssen, da dünne Messingdrähte beim Verquicken brüchig werden) zu vermeiden, einmal bei schweren Gegenständen, sowohl des Reissens wegen, als auch, weil es schwer ist, den Gegenstand des Drehens wegen in eine bestimmte Lage zu bekommen und zu erhalten. Dann aber ist bei den dünnen Drähten Verlust an Silber unvermeidbar, das Wiedergewinnen des Silbers andrerseits aber um so lohnender, je dicker der Draht damit bedeckt ist: deshalb ist es zu empfehlen, sich eine Reihe von Doppelhaken, Fig. 29 g, zu machen, deren Haken entweder gegeneinander in derselben Ebene oder auch um 90 Grad verdreht sind. An diesen Haken lassen sich Gegenstände mit Henkel direkt oder mittelst angebrachter Sprengringe bei Platten, oder angebrachter kleiner Drahtschleifen bequem und sicher einhängen. Dass das hier Gesagte für andere Metallbäder auch Geltung hat, ist einleuchtend.

Für besondere Massenwaare ergeben sich im Einzelfalle besondere Kunstgriffe für richtiges Einhängen, wir werden z. B. die Gegenstände auf Draht reihen, und durch Glasperlen auseinanderhalten, oder in Porzellansieben einhängen und öfters umrühren etc. Wir erwähnen, dass man besonders zum Anstecken oder Einhängen der Waaren an die Gestelle für letztere passende Authängvorrichtungen, z. B. über der Verquickung anbringt.

So gut wie die Waare müssen die Anoden an

Drähten eingehängt werden. Da aber dieselben im Allgemeinen in dem Bade gleich den Anoden aufgelöst werden, so muss das Aufhängematerial soweit es in das Bad reicht entweder aus dem Metall der Anode bestehen, oder muss aus unlöslichem Material hergestellt sein. Ein solches ist Platin und wenn auch das Gramm ca. 1 Mk. kostet, so haben wir doch gefunden, dass die einmalige Ausgabe für Platinhaken sich reichlich durch deren Annehmlichkeit bezahlt macht.

In diesem Falle gibt man den Anoden in der Mitte zwei Löcher und sichert dieselben gegen Umkippen durch Schieber aus dünnerem Platindrahte, welche auf den Platinhaken laufen. Endlich kann man auch nur den in das Bad tauchenden Theil aus Platin fertigen, oder gar nur das unterste, Contakt gebende Ende, indem man den übrigen Theil entsprechend isolirt.

Um ein ganz gleichmässiges Verzehren der Anoden zu erzielen ist es gut, dieselben von Zeit zu Zeit umzudrehen. Abends nimmt man alle Anoden heraus, damit dieselben sich nicht weiter lösen und das Bad metallreicher machen. Ebenso nimmt man halbfertige Waare heraus und hängt diese über Nacht in laufendes Wasser. Vor dem Wiedereinhängen genügt ein Spülen mit saurem Wasser und abspülen.

c. **Entnahme aus dem Bad.** Ist die Waare fertig, so wird gut gespült, besonders aus alkalischen Bädern kommende Sachen gut zuerst in saurem Wasser gespült und gekratzt. Das Kratzen auf der Kratzbank gibt den Gegenständen Glätte und Glanz, der in vielen Fällen ausreicht oder die weitere Polirung etc. erleichtert. Um die Waare dann schnell trocken zu bekommen, ist es gut, wenn man über heisses Wasser verfügt, in

welchem man zum Schluss abspülen kann. Hohlräume etc. werden dann ausgeschleudert und die Sachen in Sägespähnen eingebettet, von wo man dieselben dann zu weiterer Verarbeitung entnimmt. Hat man jedoch Flüssigkeit in Hohlräumen, die schwer oder nicht zu entfernen ist, so hängt man die Sachen noch über Nacht in reines Wasser, um alle Lösung zu entfernen und trocknet dann in einem Trockenschrank, über dem Heerd.

4. Fertigstellen.

a. Poliren von Vernickelung, Vermessingung. Vermessingte, insbesonders aber vernickelte Gegenstände erhalten ihre Fertigstellung durch das Poliren mittelst Polirscheiben auf Maschinen. Die meisten Gegenstände werden auch zuerst schon geschliffen und polirt, denn der harte Nickelniederschlag ist sehr schwer zu poliren, wenn derselbe nicht durch eine möglichst glatte Oberfläche des zu vernickelnden Gegenstandes schon glatt ausfällt. Diese ganze Arbeit ist wieder die gleiche anderer Industrien und sind von dort deren Einrichtung und Arbeitskräfte zu entnehmen. Der Vernickler an sich hat nur die Aufgabe, die Güte eines Niederschlages durch Erleichterung der nachfolgenden Polirarbeit möglichst zu steigern. Das Glanzpoliren geschieht meist auf schnelllaufenden Scheiben aus runden Flanellstücken mit rouge und Stearinöl, tiefere Stellen werden mit Borstenscheiben vorpolirt.

b. Poliren von Versilberung, Vergoldung. Die Versilberung und Vergoldung wird mit Stahl und Stein polirt und verlangt diese Procedur ein unbedingtes fehlerloses Haften des Ueberzuges auf der Grundfläche. Auch diese Handhabungen können als einem anderen

Gewerbe entlehnt, hier kurz behandelt werden. Wir poliren das Silber zuerst mit entsprechend geformten Stählen um es zu verdichten und zur Erzeugung einer Hochpolitur fähig zu machen. Als Befeuchtungsmittel nimmt man abgekochtes Schmierseifenwasser, das filtrirt wird. Die Stähle dürfen im Allgemeinen nicht zu scharfrandig sein, müssen peinlich vor Rost geschützt werden. Man zieht dieselben auf einem Lindenholz mit Wienerkalk vor der Arbeit immer ab, und trocknet vorsichtig nach derselben. Die so grundirten Gegenstände werden mit Blutstein geglänzt. Den Blutstein zieht man auf über ein Lindenbrett gezogenes Stück Juchtenleder mit Polirroth ab.

Die polirten Gegenstände müssen mit destillirtem Wasser abgespült und in feinen, gesiebten Sägespähnen getrocknet werden.

Bei Vergoldungen ist es besser, wenn man vor dem Vergolden den Grund mit dem Stahl polirt, so dass man die Vergoldung nur mehr zu glänzen braucht.

Vielfach wird auch das Poliren auf der Drehbank angewendet.

c. Färben durch verschiedene Niederschläge. Eine wesentliche Rolle zur Fertigstellung bildet das Färben, zu welchem wir auch die theilweise Erzeugung einer Vergoldung etc. rechnen können. Die trocknen, am besten etwas erwärmten Gegenstände werden an den Stellen, welche keine Vergoldung erhalten sollen, mit einem Decklack, erhalten durch Zusammenschmelzen von 2 Thln. Asphalt mit 1 Thl. Mastix und Auflösen in Terpentinöl, (Zusatz von Kopal in Leinöl gelöst, erhöht die Widerstandsfähigkeit bei Arbeiten mit heissen alkalischen Bädern) gedeckt. Ist derselbe getrocknet,

so gelangen die Gegenstände ins Bad. Sind dieselben fertig, so wird der Lack mit Terpentin und Sägespähnen abgeputzt. Soll dann noch gefärbt werden, so wird mit Lauge abgebürstet.

d. Chemische Färbung der Niederschläge. Dieses Kapitel erfährt hier, obgleich auch nicht direct hierher gehörig, einer kurzen Erwähnung, indem wir aus der grossen Anzahl von vorhandenen Vorschriften nur einige, aber solche, welche erprobt sind und guten Erfolg geben, mittheilen. Wir bemerken aber zugleich, dass die chemische Metallfärbung [1]) vor allem erfordert:

1) Absolute Reinheit des ganzen Gegenstandes von Unreinigkeit, Fett etc.

2) Eine vorsichtige und aufmerksame Behandlung und Beobachtung in Betreff der Art und Zeitdauer der Einwirkung der entsprechenden Lösung, bis der gewünschte Farbenton erzielt ist.

3) Richtige Darstellung der Lösungen nach den angegebenen Mengen und Zahlenverhältnissen etc.

Wir betonen, dass sich diese hier angegebenen Vorschriften vorzugsweise für auf galvanischem Wege niedergeschlagenes Metall eignen [2]).

Die Behandlung der Gegenstände nach der Färbung ist ebenfalls von grosser Bedeutung, da durch dieselbe (Bürsten mit feinen Messingbürsten, mit über Wachs oder sog. Wachsseife [3]), gestrichenen Bürsten etc.) die

[1]) Ueber Metallfärbung im Allgemeinen siehe: „Ueber die chem. Metallfärbung“ vom Bayer. Industrie-Gewerbeblatt, Georg Buchner 1889, Nr. 9. 10 u. 11.

[2]) Siehe auch: Die Metallfärbungen von G. Buchner, welche Arbeit demnächst im gleichen Verlage erscheint.

[3]) Diese Wachsseife erhält man durch Kochen von 1 Thl. Kernseife, 3 Thl. japanischem Wachs mit 20 Thl. Wasser. Nach dem Erkalten erstarrt das Gemisch.

erzielten Farbentöne oft erst metallischen Charakter etc. erhalten, überhaupt verschieden (Oberflächen und Tiefen etc.) variirt werden können.

Sollen Gegenstände nur theilweise gefärbt werden, so bedeckt man die ungefärbt bleibend sollenden Theile mit einem Firniss.

Silber. Das Färben, (sog. Oxydiren) des Silbers geschieht zu dem Zwecke, den Gegenständen den starken Glanz zu nehmen und denselben ein altes Aussehen zu geben. Man bewerkstelligt dieses, abgesehen von der mechanischen Färbung[1]), auf chemischem Wege am besten, indem man auf der Oberfläche eine dünne Schichte von Schwefelsilber oder auch von fein vertheiltem Platin erzeugt.

Zu diesem Zwecke verwendet man entweder eine Lösung von Schwefelkalium (Schwefelleber) oder Schwefelammonium sowie von Platinchlorid.

Mit gutem Erfolg werden folgende Lösungen benützt:

	I.	II.	III.
	gr	gr	gr
Schwefelkalium	1.0	—	5.0
Schwefelammonium	—	4.0	—
Chlorammonium	—	8.0	—
Kohlensaures Ammonium	—	—	10.0
Wasser	1 Ko bei 100° C.	1 Ko bei 70-80° C.	1 Ko kalt

[1]) Der Gegenstand wird mit einem mit Terpentinöl angefeuchteten Gemisch von 6 Thln. Graphit und 1 Thl. Blutstein oder rothem Ocker eingerieben.

Je nach der Dauer der Einwirkung wird die Farbe von Gelbbraun bis Dunkelblauschwarz.

Diese Färbungen zeigen immer einen Stich ins Blaue; um dies zu umgehen und ein schöneres Schwarz zu erzielen, kann man den Gegenstand zuerst in eine Lösung von Salpetersaurem Quecksilberoxydul tauchen, mit Wasser abspülen und dann in die Alkalisulfide enthaltenden Lösungen tauchen. Die Färbung besteht in diesem Falle nicht aus Schwefelsilber, sondern aus Schwefelquecksilber.

Bei dem Verfahren mit Platin, welches besonders für feinere Gegenstände sehr zu empfehlen ist, benutzt man eine alkoholische oder wässerige 5—10% Lösung von Platinchlorid und bepinselt damit die zu färbenden Theile.

Auch nachstehende Lösung soll gute Resultate geben:

2	Thle.	Kupfervitriol
1	„	Kalisalpeter
2	„	Chlorammonium
10	„	verd. Essigsäure spec. Gew. 1,04.

Die Wirkung dieser Lösung besteht der Hauptsache nach darin, dass sich auf der Oberfläche Chlorsilber bildet, welches sich am Lichte schwärzt.

Gold. Die galvanisch erzeugten, meist sehr dünnen Goldniederschläge werden nicht nachträglich, sondern schon im Bade verschieden gefärbt und verweisen wir hier auf das beim „Goldbad“ hierüber gesagte. Wer sich für das Färben von mittelst Feuervergoldung vergoldeten Waaren interessirt (Mattiren, grünlich-, röthlich-färben etc.), den verweisen wir auf das: „Chemische Hilfsbuch für die Metall-Gewerbe von Dr. R. Kayser.“

Kupfer. 1. Bronceartige Färbung. Eine bronceartige Färbung des Kupfers erzielt man sehr gut mit nachstehender Lösung:

12 gr Schwefelkalium
40 „ Salmiak (Chlorammonium)
10 l Wasser.

Es ist hier jedoch die Behandlung der Gegenstände eine Hauptsache. Zu diesem Zwecke werden dieselben mit einem in obige Lösung getauchten Schwamm angestrichen, hierauf einige Zeit ($^1/_4$—$^1/_2$ Stunde) der Luft überlassen. Dann werden sie gebürstet, wieder angestrichen etc. bis der gewünschte Farbenton erreicht ist.

Diese Färbung besteht aus einer sehr dünnen Schichte Schwefelkupfer untermengt mit etwas Kupferoxydul, wohl auch Kupferchlorür. Aus dem Vorhandensein letzterer Verbindungen erklärt sich auch, dass heller gefärbte Gegenstände am direkten Sonnenlichte dunkler werden, indem obige Verbindungen, Kupferoxydul z. B. sich oxydiren. Diese auf vorstehende Weise behandelten Gegenstände sollen also nicht dem direkten Sonnenlichte ausgesetzt sein, will man den hellen neuen Bronceton erhalten wissen. Andernfalls empfiehlt es, die Gegenstände von allen Seiten zu belichten, und erhält man dann die Gegenstände in der Farbe alter Bronce.

2. Braune Farbe. Durch öfteres Behandeln verkupferter Gegenstände mit der bei 1 angegebenen Lösung kann man allmählich eine sehr dunkle Broncefarbe erzielen. Man verstärkt dann zweckmässig die Lösung etwa so, dass auf 10 Liter Wasser ca. 60 gr Schwefelkalium und 200 gr Salmiak treffen.

Ausserdem kann man mehr oder weniger verdünntes Schwefelammonium, Schwefelkalium, Schwefelnatrium,

Schlipp'sches Salz und andere Schwefelverbindungen zu obigem Zwecke anwenden. Bei concentrirten Lösungen und langer Einwirkungsdauer wird der Gegenstand von braun bis schwarz gefärbt. Durch Bürsten mit Messingbürste lassen sich die erhaltenen Farbentöne abtönen.

Schön bronciren kann man (ähnlich den alten Medaillen) Kupfer, wenn man dasselbe kürzer oder länger in eine der folgenden zum Sieden erhitzten Lösungen taucht.

I.			II.	
krystall. Grünspan	12	Thl.	Grünspan	500
Salmiak	6	„	Salmiak	475
Essig	20	„	Essig	160
Wasser	500	„	Wasser	2 Ltr.

Lösung I. u. II. müssen immer frisch beim Gebrauch gemacht werden, da sie sich mit der Zeit unter Ausscheidung von basischem Chlorkupfer (Kupferoxychlorid) zersetzen.

Anstatt der Lösungen I. und II. kann man folgende Lösung verwenden:

III. Man löst 17 gr Braunschweiger Grün (Kupferoxychlorid) in 110 gr Essigsäure unter Erwärmen auf, verjagt durch Erwärmen den grössten Ueberschuss der Essigsäure, was man daraus erkennt, dass sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit Kryställchen von Grünspan zeigen. Die Lösung verdünnt man mit 4 Liter Wasser und setzt 12 gr Salmiak zu. Die Lösung wird kochend angewandt.

Diese Färbungen beruhen auf der Bildung von Kupferoxydul in den verschieden (gelbbraun bis braunroth) gefärbten Modificationen, auch ist stets etwas

Kupferchlorür beigemengt, woher die Lichtempfindlichkeit dieser erzeugten Farbentöne beruht. Diese dunkeln nämlich am Lichte etwas nach.

Durch Zumischen von etwas Platinchloridlösung zu den Lösungen I. II. u. III. kann man die Farbentöne schön nüanciren.

Durch öfteres Bestreichen von Kupfer mit folgender Lösung erhält man eine schöne braune Farbe.

30 Thle. Kleesalz
150 „ Salmiak
2800 „ Wasser.

Dieses Verfahren erfordert jedoch längere Zeit.

Andere Farbtöne erzielt man durch Eintauchen der angewandten Gegenstände in nachstehende Lösungen:

2 gr Eisenchlorid
100 „ Wasser
oder
0,5—1% Lösung von Platinchlorid.

Braun kann man auch Kupfer färben, wenn man dasselbe zuerst in eine Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul taucht und dann das niedergeschlagene Quecksilber mit verdünnter Schwefelammoniumlösung braun färbt. (Schwefelquecksilber.)

3. Schwarze Farben erhält man durch längeres Einwirkenlassen von Schwefelammonium, Schwefelkalium etc.

Diese Färbung beruht auf der Bildung von Schwefelkupfer (Kupfersulfid).

4) Patina. Die Erzeugung einer grünen Patina entweder direkt auf den verkupferten oder den zuerst mit einer ganz dünnen Schichte von Schwefelkupfer (nach 1 und 2) oder Kupferoxydul (I. II. u. III. S. 238) überzogenen Gegenständen geschieht durch öfteres Bestreichen und Eintrocknen lassen mit nachfolgenden Lösungen.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Wasser	—	—	—	—	—	500
Essig	500	—	500	200	500	—
Grünspan	—	—	10,0	10,0	—	—
Kochsalz	8,0	—	8,0	10,0	—	—
Chlorammonium	8,0	2,0	8,0	—	8,0	20,0
Oxalsäure	—	1,0	—	—	—	—
Essigsäure	—	100	—	—	—	—
Salmiakgeist 0,96	15,0	—	15,0	—	—	—
Weinstein	—	—	—	10,0	—	—
Kohlens. Ammon	—	—	—	30,0	—	60,0
Kleesalz	—	—	—	—	2,0	—

Die Erzeugung der grünen Patina erfordert immer einige Zeit und fällt auch um so schöner und dauerhafter aus, je langsamer dieselbe vor sich geht.

Kupferzinklegirungen. (Besonders Messing von 70% Kupfer, 30% Zink.) Diese Legirungen sind zu Färbungen sehr geeignet, verhalten sich aber ganz anders als das Kupfer allein, obwohl die Färbung auf den gefärbten Verbindungen des Kupfers beruht. Es gilt dabei die Regel, dass solche Legirungen, welche nicht über 50% Zink enthalten sich in Bezug auf Färbungen dem Kupfer ähnlich verhalten, während Legirungen, welche über 50% Zink enthalten, schon mehr den Zinkcharakter in dieser Beziehung hervortreten lassen.

Durch schwaches Verkupfern des Messings kann man denselben alle bei Kupfer angegebenen Färbungen erhalten.

Man braucht zum Verkupfern keine Batterie, sondern legt die Gegenstände in eine Lösung von 1 Thl.

Kupfervitriol und 30 Thln. Wasser und bringt die Gegenstände gleichzeitig mit einem Stück Zink oder Eisen in Berührung. Anders geben wir noch folgende Vorschriften zum direkten Färben:

1. **Schwarzfärben des Messings.** Dies geschieht mit einer gesättigten Lösung von basischem Kupferkarbonat in Salmiakgeist.

2. **Gelbbraune Broncirung** (gelb bis braun). 20 gr arsenige Säure, 20 gr Potasche, 20 gr Wasser werden bis zur vollständigen Lösung gekocht, dann zu 2000 gr verdünnt und 500 gr gutes Schwefelammonium zugegeben. Beim Gebrauche sind die Gegenstände ganz einzutauchen, schnell mit Wasser abzuspülen, abzureiben bis zur Trockenheit und mit Lack zu überziehen.

3. **Broncirung nebst Patina.** 25 gr salpetersaures Kupfer löst man in 25 gr Wasser, setzt Salmiakgeist (0,96) zu, bis sich der entstehende blaugrüne Niederschlag wieder löst. Zu der nur lasurblauen Flüssigkeit gibt man 100 gr 6% Essig und 25 gr Chlorammonium.

4. **Verschiedenes.** Ausserdem färbt man Messing mit verdünnter neutraler Grünspanlösung (goldgelb), mit verdünnter Kupferchloridlösung (grünlichgrau), mit Antimonchlorürlösung (violett).

Zur Braunfärbung werden Messinggegenstände in eine Lösung von:

10 gr übermangansaures Kali
50 „ Eisenvitriol
5 „ Salzsäure
1 Ltr. Wasser

getaucht, oder in eine bis auf 60° C erhitzte Lösung von:

10 gr doppelchromsauren Kali,
10 „ chlorsauren Kali,
10 „ übermangansaurem Kali,
50 „ Kupfervitriol,
1 Ltr. Wasser.

Nachstehende Lösung färbt Messing beim Eintauchen schön schwarzgrau.

500 gr Salzsäure,
75 „ Eisenhammerschlag,
30 „ Arsenige Säure,
15 „ Antimonchloridlösung (spec. G. 1,34).

Goldgelb bis Orangegelb wird Messing beim Eintauchen in eine Mischung von 5 gr Aetznatron, 50 gr Wasser und 10 gr kohlensaurem Kupferoxyd. Sobald der gewünschte Farbenton erreicht ist, spült man ab und trocknet.

Messing kann man braun färben, wenn man es zuerst in einer Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul verquickt, dann das niedergeschlagene Quecksilber mit verdünnter Schwefelammoniumlösung färbt.

Kupferzinnlegirungen. Von den Kupferzinnlegirungen kommt hier hauptsächlich diejenige Legirung in Betracht, welche unter dem Namen Bronce (ca. 10—20% Zinn, 80—90% Kupfer) bekannt ist. Diese Legirungen verhalten sich zwar anders als Kupfer oder Kupferzinklegirungen (z. B. Messing), doch beruhen auch hier die Färbungen auf der Bildung von Kupferverbindungen.

Bronciren neuer Broncegegenstände. Mit einer Lösung von 22 gr Salmiak, 6 gr Kleesalz in 1 Liter Essig befeuchtet man einen Leinwandlappen und reibt damit so lange das blanke Metall, bis die Stelle trocken geworden ist. Die Operation wird wiederholt, bis die

gewünschte Farbe erreicht ist. Die Bronce verliert dadurch die neue Farbe und wird etwas abgetönt.

Zur Erzielung einer Patina auf Bronce kann man sich nachstehender Lösungen bedienen, womit man die Gegenstände öfters überstreicht und eintrocknen lässt.

	I.	II.	III.	IV.	V.	
					zuerst I, dann bürsten, dann II.	
Salmiak	15	1,0	22,0	—	I. —	II. 5,0
Kleesalz	15	—	6,0	—	—	1,0
Essig	1 Ltr.	—	1 Ltr.	—	—	94,0
Kochsalz	—	3,0	—	2,0	1,0	—
Weinstein	—	3,0	—	—	—	—
Salpeters. Kupfer	—	1,0	—	10,0	3,0	—
Essigs. Ammonium	—	—	—	20,0	—	—
Wasser	—	20	—	1 Ltr.	50,0	—

Zinn. Galvanische Zinnüberzüge werden sehr selten gefärbt. Sollte dies geschehen, so benutzt man dazu eine Lösung bestehend aus:

1 Thl. Eisenvitriol
1 „ Kupfervitriol
20 „ Wasser.

Hiermit werden die Gegenstände bestrichen oder getaucht. Nach dem Abspülen und Trocknen behandelt man die Stücke mit einer Lösung von 1 Thl. Grünspan in 3 Thle. Essig. Die dann gut getrockneten Gegenstände erhalten durch Behandeln mit der weichen Wachsbürste einen bronceähnlichen Ton.

Schön braun färbt man Zinn mit verdünnter Platinchloridlösung.

Im Uebrigen kann man auch Eisenchloridlösung

zum Schwarzfärben von Zinn verwenden, färbt aber auch hier am besten durch Verkupfern im alkalischen Kupferbad und färben wie beim Kupfer angegeben.

Zink. Obwohl sich Zink leicht, besonders mittelst Antimon-, Nickel- und Kupfersalzen färben lässt, so sind diese Ueberzüge doch nicht sehr dauerhaft. Man färbt Zink am besten, wenn man dasselbe im alkalischen Kupferbade verkupfert, die Kupferschichte im sauren Kupferbade verstärkt, und dann wie bei „Kupfer" beschrieben färbt.

Zum direkten Schwarzfärben können wir folgende Lösung empfehlen, welche gute Resultate giebt.

90 gr Antimonchlorid (krystallisirtes) löst man in 1 Liter Weingeist (90%) auf und setzt 60 gr Salzsäure (1,124) zu.

Zum Gelingen ist nachstehendes zu beachten:

Man benetzt mittelst Pinsels oder Bürste den Gegenstand, worauf das Zink schwarz wird. Da die erst aufgetragene Lösung noch keine gleichmässige Farbe bewirkt, so wird sie schnell mit einem Lappen abgewischt und eine neue aufgetragen. Man lässt nun so schnell als möglich an einem warmen Orte trocknen, und reibt den trockenen Gegenstand mit Leinöl ein, wodurch es einen intensiven Glanz und eine tiefschwarze Farbe annimmt. Einen gelblichen, bronceähnlichen Ton erzeugt man auf Zink durch Einreiben des Zinkes mit einem Brei, welchen man durch Befeuchten von Thon mit einer Lösung, bestehend aus:

1 Thl. Grünspan,
1 „ Weinstein,
2 „ Soda,
5 „ Wasser erhält.

e. Schutz gegen Anlaufen etc. Da die meisten Metalle an der Luft anlaufen, so empfiehlt es sich, dieselben mit einem schützenden Lack, Paraffinüberzug etc. zu versehen; am besten eignen sich hierzu die neu aufgekommenen Celluloïdlösungen („Zapon", „Brassolin," etc.).

f. Verpacken. Nicht so geschützte Gegenstände, besonders versilberte, sind fest in säurefreies Seidenpapier einzuwickeln, um dieselben gegen Anlaufen zu schützen.

Damit hätten wir alles besprochen, was der Galvaniseur vorkommenden Falls zu leisten hat und haben wir absichtlich auf Kunststücke und besondere Bäder etc. verzichtet. Wir wiederholen, dass zu einer guten Arbeit gehört, dass der Metallüberzug durchaus fest hafte, dass seine Stärke dem Gebrauche angemessen erzielt und controlirt werden muss. Hohlräume müssen sicher trocken sein, und soll man auf eine der Güte der Waare entsprechende Verpackung bei der Ablieferung sehen, um vorzeitige Beschädigungen an Politur etc. zu vermeiden.

C. Kostenberechnung.

Was sollen wir für unsere geleistete Arbeit verlangen? Die Beantwortung dieser Frage ist bei dem leider herrschenden Unterbietungssystem um so nothwendiger, da man genau wissen muss, wie weit man in speciellen Fällen mit dem Preise herunter gehen kann, um noch mit Gewinn zu arbeiten.

Die Preise setzen sich zusammen aus den Kosten der Verzinsung und Amortisirung der Anlage, der Miethe, aus den Kosten der Abnützung, dann des verbrauchten

Materials, aus den Arbeitslöhnen und aus dem zu erzielenden Gewinn. Die Festsetzung des Gewinnes richtet sich nun nach der Grösse der in einem Jahre erzielten Aufträge, denn es ist klar, dass man mit der gleichen Anlage und den gleichen Arbeitern bei geringen Aufträgen mit Verlust und bei vielen Aufträgen mit Gewinn arbeiten kann.

Man muss sich daher vorerst klar machen, welchen mindesten Jahresumsatz man seiner Berechnung zu Grunde legen soll. Es wird leicht sein, zu berechnen, was man mit einer vorhandenen Anlage überhaupt leisten kann, und mussten diesbezügliche Annahmen ja der Feststellung einer Anlage zu Grunde gelegt werden. Da wir dieselbe nicht so eng bemessen haben werden, dass wir dieselbe sofort durch gewordene Aufträge auszunutzen hoffen dürfen, so setzen wir vielleicht die Hälfte des möglichen Quantums an erzielten Niederschlägen als Ausgangspunkt an und rechnen als Jahresarbeitszeit wegen der verschiedenen Füllung der Bäder rund 5 Stunden $\times$ 300 Tage = 1500 volle Badarbeitsstunden an. Für Bäder, welche Tag und Nacht arbeiten, kann man $20 \times 300 = 6000$ annehmen. Der Vortheil der Nachtarbeit ist hier sofort in die Augen springend.

Dabei wollen wir die Bemerkung einfliessen lassen, dass das Gedeihen des Geschäftes ebensosehr von der kaufmännischen Veranlagung, sich Aufträge zu verschaffen, abhängt, als von der Güte der Waare. Beim Beginne des Geschäftes ja nur von ersterer.

Wir haben nun nach der Anzahl und Grösse der Bäder, die in den einzelnen Badsorten in der Stunde erreichbaren Niederschläge mit den oben erhaltenen Stunden-

zahlen zu multipliciren und erhalten aus der Addirung der Jahresleistung der Bäder die projektirte Gesammtniederschlagsmenge der Anstalt in den verschiedenen Metallen zusammen. Sieht man jedoch schon auf einen längeren Betrieb zurück, so wird man diesem die entsprechenden Zahlen entnehmen können, und auch eine früher aufgestellte Veranschlagung kontrolliren können.

Nunmehr berechnet man sich die Gesammtkosten der zur Galvanisirung, also ausschliesslich der zur Fertigstellung oder Vorarbeit, wie Schleifen etc. gehörigen Einrichtung, die Summe sei 2000 Mark.

Davon sind 10% zu amortisiren	M.	200
An geliehenem Kapital dazu zu verzinsen, und abzuzahlen im Jahr vielleicht . . .	„	400
Antheil an Wasserzinsen, Miethe, Beheizung, Beleuchtung, vielleicht.	„	900
Kosten der Elektrizität, vielleicht Dampfkraft in Pacht	„	700
Material als zum Auskochen, Reinigen, Abbrennen, einhängen, kratzen, Trocknen . .	„	300
Arbeitslöhne mit dem Antheil eigener Arbeit	„	2000
	M.	4500

Demnach kostet der Gesammtniederschlag, ausschliesslich der betreffenden Metalle selbst 4500 Mk.

Beträgt der oben projektirte Niederschlag vielleicht 90 Kilogr. = 90000 gr, so erhalten wir 5 Pfg. für das einzelne Gramm, als Kosten für den Niederschlag selbst. Alle diese Zahlen sind jedoch, wie wir hervorheben, ganz willkürlich und sollen nur die anzustellende Rechnung deutlicher machen, es würde wohl unmöglich sein, überhaupt ein allgemein gültiges Beispiel für die mannich-

fachen, sehr von einander abweichenden Einrichtungen zu treffen.

Zu diesen 5 Pfg. kommen dann die Kosten des Metalles selbst, wobei man diese der unvermeidlichen Verluste wegen[1]), um ein Drittel erhöhen muss, so wären z. B. die Kosten eines Gramm Silberniederschlages:

Silber rund	15
$^1/_3$ Zuschlag	5
Kosten	5
	25
Nutzen 20%	5
also 1 gr Niederschlag	30 Pfg.

Es soll bemerkt werden, dass 30 Pfg. für mittelgrosse Betriebe zutrifft, für kleinere kommt man auf 35—40 Pfg. pro gr Silberniederschlag. Dabei wird man für aussergewöhnliche Arbeiten, wie besonders schwierige Reinigung einen entsprechenden Aufschlag eintreten lassen. Auch wird man bei kleinen Geschäften mehr als 20% Nutzen und bei grössern weniger zu nehmen haben.

Etwas anders müssen wir bei der Herstellung der Clichés rechnen. Wenn man ganz gut die galvanoplastischen Arbeiten nach dem gr Kupfer rechnen kann, muss man hier den Preis unter Annahme einer mittleren Stärke auf den qcm umrechnen.

Was dann weiter die Arbeit der Fertigstellung unserer Arbeiten betrifft, so nimmt man hier, als Ausgangspunkt für die Kosten die Mark Arbeitslohn an und erhöht die Mark Arbeitslohn entsprechend, wozu dann noch besonderer Materialverbrauch zuzuzählen ist.

---

[1]) Bei den Edelmetallen muss man genaue Kontrolle über Abfälle (fest und in Lösung) führen!!

Man wird nun recht wohl, oder doch sehr bald in der Lage sein, sich klar zu machen, wie viel Arbeiter man zu beschäftigen hat.

Die vorhandenen hierher gehörigen Arbeiter werden nun im Jahre so und so viel Mark, den eigenen Antheil eingerechnet, kosten, — vielleicht 2500 Mk. Zu diesen 2500 Mk. kommen die Amortisation und Verzinsung, allgemeiner Materialverbrauch etc. wie oben, also: Einrichtung, Schleif- und Polirmaschine etc. M. 3000.

davon 10%	„ 300
Etwaige Verzinsung	„ 100
Antheil an Wasser, Miethe, wie oben . . .	„ 400
Antheil an Kraft	„ 500
Allgemeines Material, Loth, Beizen	„ 200
	M. 1500

Wir haben also Fertigstellungskosten ausser besonderem Materialverbrauch: Arbeitslöhne 2500 Mk., Sonstiges 1500 Mk., oder auf eine Mark Arbeitslohn, die wir in Rechnung stellen, müssen wir für sonstiges noch $\frac{1500}{2500}$ M = 0,60 M, d. h. für die allgemeinen Unkosten zurechnen.

Dazu ist nothwendig, was eigentlich selbstverständlich, dass man selbst oder durch den betreffenden Vorarbeiter ein kleines Buch führen lässt, über die bei jedem Auftrag verwendete Arbeit, soweit dieselbe wie poliren, schleifen etc. nicht nach dem Stücke bezahlt wird, sondern eben dieser Preis als Arbeitslohn besteht.

Wird aber nicht nach dem Stück bezahlt, so erhöht man ferner wegen der unvermeidlichen Pausen, Arbeitswechsel um $^1/_3$. Die Stunde Arbeit einer Person

mit 3 Mk. Tagegeld kostet demnach bei 10stündiger Arbeitszeit 40 Pf.

Da auch hier Verluste und Versäumniss mit unterlaufen, beziehen wir die ersteren Kosten nicht auf die 30 Pfg., sondern auf die um $^1/_3$ erhöhten 40 Pfg. pro Stunde, ausser wenn nach Stück gezahlt wird, also $0{,}4 + 0{,}4 \times 0{,}6 = 0{,}4 + 0{,}24 = 0{,}64$ M.

Wir haben also vielleicht:

3 Stunden eigene Arbeit .	à 2 M = 6 + $^1/_3$ =	8,—
6 „ Arbeit d. Gehülfen	à 1 „ = 6 + $^1/_3$ =	8,—
	M.	16,—
Für die Mark 60 Pfg. $16 \times 0{,}60 = 9{,}60$		9,60
Besondere Ausgaben an Blech, Draht		4,—
	Summa: M.	29,60
Dazu 10% Nutzen		3,—
	M.	32,60
Dazu Niederschlag laut besonderer Rechnung	„	5,—
	Preis: M.	37,60

Oder bei Stückpreisen:

1 Dtzd. irgend eines Gegenstandes vorschleifen	M.	1,20
1 Dtzd. dasselbe poliren	„	0,70
	M.	1,90
Unkosten 60 Pfg. für die Mark	„	1,14
	M.	3,04
Dazu 10% Nutzen		0,30
Versilberung nach besonderer Rechnung	„	1,15
	M.	4,49

Das Dutzend kostet rund Mk. 4,50.

Diese Rechnung ist demnach gar nicht besonders schwierig oder umständlich, von Zeit zu Zeit hat man nur dem jeweiligen Betriebe gemäss die Endzahlen für das Gramm Niederschlag, sowie die Aufschlagszahl für

die Mark Arbeitskosten neu zu rechnen. Auch die nöthige Buchführung ist einfach.

Für die Galvanisirung selbst haben wir die betreffende einfache Buchführung schon angegeben, für die Arbeitszeit genügt ein einfaches Heft, in welches der Arbeiter, dem die Arbeit übergeben wird, den Auftrag kurz einschreibt, und später seine und die von etwaigen Gehülfen angewendete Zeit verzeichnet. Arbeitet man bei der eigentlichen Fertigstellung nicht selbst mit, so verrechnet man die von sich selbst angewendete Zeit als Aufsicht verwendet, und gibt einen entsprechenden Theil zu den allgemeinen Unkosten.

Eine Eintragung in das Geschäftsjournal sieht dann etwa so aus:

15. Jan.	**Telegraphenbauer Merk, hier.**		
	1 Dtzd. Haken, schleifen, vernickeln, poliren.		
	Mit 1 gr vernickelt à 10 Pfg.[1])	0,10	
	Schleifen pr. Dtzd. 0,50		
	Poliren „ „ 0,25		
	0,75	0,75	
	Zuschlag 0,60 × 0,75	0,45	
		1,30	
	30%	0,39	1,70

Selbstredend wird man zur Controlle die Preise der Konkurrenzgeschäfte vergleichen und dann einen entsprechend höheren oder geringeren Nutzen rechnen, als man gewillt war. Was den Nutzen nun selbst betrifft, so ist, wie erwähnt, derselbe in Prozenten aus-

[1]) Natürlich hier ohne den Nutzen einzusetzen.

gedrückt, um so niederer zu nehmen, je grösser der Gesammtumsatz ist und doch auch um so niederer, je kleiner das Geschäft ist, weil man mit den grösseren Geschäften konkurriren muss, welche überdies auch der besseren Ausnützung ihrer Anlage gemäss, billiger arbeiten können.

D. Vorsichtsmaassregeln beim Arbeiten.

Derjenige, welcher sich mit der Ausführung von galvanischen Metallüberzügen beschäftigt, kommt täglich in Berührung mit verchiedenen Chemikalien, deren Verhalten, Eigenschaften und Wirkung dem menschlichen Körper gegenüber er in den meisten Fällen erst durch Erfahrung, d. h. wenn er einmal durch sie Schaden genommen hat, kennen lernt.

Da auch hier der Satz gilt, dass der Unfall leichter verhütet als wieder gut gemacht wird, so halten wir es für zweckdienlich, hier zum Schlusse, wenn auch ganz kurz, einige Bemerkungen in dieser Beziehung anzuhängen.

Vor allem soll man hier, wie überall, mit Reinlichkeit und Sauberkeit arbeiten und mit einer gewissen Vorsicht; man soll stets zuerst bedenken, mit welchen Körpern man zu thun hat, und welche Vorgänge ev. beim Mischen sich vollziehen. Der Arbeiter soll also nicht nachlässig und unachtsam, aber auch nicht zu ängstlich sein. und alles mit Bedacht, nicht gedankenlos vollbringen. Es kommen hier vorzüglich Säuren, diese in flüssiger und dampfförmiger Form, (Gase und Dämpfe) Laugen, Metallsalze, auch andere Salze, besonders das Cyankalium in Betracht.

Diese Körper können auf verschiedene Weise dem Organismus schädlich werden. Entweder, indem sie, wenn sie gasförmig sind, vorerst auf die ersten Wege, womit sie in Berührung kommen, also die Athmungsorgane, (Mundhöhle, Luftröhre, Lungen), dann aber auch auf das Nervensystem[1]) einwirken; oder indem sie bei längerer Berührung von der unverletzten Haut resorbirt oder durch die verletzte Haut (Wunden) rasch eindringen und in den Blutlauf gelangen können.

Dass natürlich diese Stoffe, wenn sie durch Trinken in den Magen gelangen, schädlich sind, weiss Jedermann. Diess kann entweder absichtlich geschehen, oder aus Versehen. Ueber ersteres haben wir nicht zu sprechen und bezüglich des letzteren Falles müssen wir betonen, dass hier alles geschehen soll, um dergleichen Vorkommnisse zu vermeiden; besonders soll darauf gesehen werden, dass in den galvanischen Arbeitsstätten nicht gegessen oder getrunken werden solle, sondern in einem Nebenzimmer etc., denn durch Verwechslung von Gläsern etc. sind die meisten derartigen Unglücksfälle geschehen.

Betrachten wir kurz die ersten Fälle, in welchen die Chemikalien durch die Athmungsorgane oder durch die Haut in den Körper gelangen können.

Alle Arbeiten, wobei Gase entweder zur Verwendung, oder während der Arbeit zur Entwicklung kommen, müssen entweder im Freien oder unter einem gut ziehenden Kamin, am besten unter einem

---

[1]) Siehe: Ueber Gesundheitsschädlichkeit einiger hygienisch und technisch wichtiger Gase und Dämpfe, v. M. v. Pettenkofer. Bayr. Industrie- und Gewerbeblatt 1887, Seite 703.

mit Ventilationsvorrichtung versehenen Abzug vorgenommen werden.

Das ist der erste Schutz, welcher vorhanden sein muss. Zweitens soll der Arbeiter nicht versäumen, wenn er länger, z. B. mit einem, starke Dämpfe entwickelnden Säuregemisch (Gelbbrenne z. B.) zu thun hat, ein nasses Tuch vor Mund und Nase zu binden wodurch ein Theil der Dämpfe vom Wasser absorbirt wird. Bei kurzem Arbeiten empfiehlt es sich, nachdem man zuerst tüchtig Athem geschöpft hat, den Athem anzuhalten, und erst nachdem man sich ein paar Schritte von dem Arbeitsplatz entfernt hat, wieder Luft einzuathmen. Wenn man so vorsichtig zu Werke geht, wird nicht leicht etwas passiren. Die Hauptdämpfe und Gase, welchen der Arbeiter hier ausgesetzt sein kann, sind: Salzsäuregas, Chlorgas, Salpetersäure-Dämpfe und deren Zersetzungsprodukte wie: Stickstoffdioxyd, Salpetrige- und Untersalpetersäure (die rothen Dämpfe bei der Gelbbrenne), Blausäure. Schwefelwasserstoffgas, Schweflige Säure, Ammoniak.

Die Blausäure in nur geringer Menge direkt eingeathmet wirkt absolut tödtlich, man hüte sich also im Zimmer zu Cyanbädern irgend eine Säure zuzusetzen, da hier durch Zersetzung des Cyankaliums Blausäure frei wird und gasförmig entweicht. Im Nothfalle wendet man an: Kalte Begiessungen auf den Kopf; Einathmen von verdünntem Ammoniak und Trinken von viel Wasser, auch Wein oder Bier.

Die übrigen, vorher angeführten Gase und Dämpfe wirken schon in geringen Mengen sehr unangenehm auf die Schleimhäute der Athmungsorgane, Nase,

Rachen, Bronchien ein; in grösserer Menge eingeathmet, wirken sie natürlich um so mehr, verursachen dann abgesehen von den lokalen ätzenden Wirkungen auf die Gewebe, heftige Beklemmungen und Erstickungsanfälle. Natürlich muss in solchen Fällen der Arzt so schnell als möglich gerufen werden; in Nothfällen wendet mau hier am besten zuerst an:

Riechen an verdünntem Ammoniak, noch besser an Weingeist. Weingeist auf Zucker in den Mund. Reichliches Trinken von Wasser; auch Bier, Wein Gurgeln mit einer Lösung von doppelkohlensaurem Natron; auch etwas davon zu trinken. Auch Magnesia, überhaupt eben verdünnte Alkalien.

Zugleich ist zu empfehlen heftiges tiefes Ein- und Ausathmen in frischer Luft.

Was die Wirkung der Säuren, Alkalien (Laugen) und Salze auf die Haut betrifft, so kann man sagen, dass eine **kurze** Einwirkung auf die unverletzte Haut meist nichts zu bedeuten hat, ausgenommen vielleicht die Salpetersäure, welche gelbe Flecke auf der Haut erzeugt. Man wäscht eben schnell mit Wasser ab. Bei **längerer** Einwirkung aber, wenn z. B. eine Säure durch Zerspringen eines Gefässes in grösserer Menge auf die Körpertheile gekommen ist, können sehr bedeutende Aetzungen auftreten. Hauptregel ist sofort die Kleider entfernen und mit viel kaltem Wasser begiessen; dann mit einer verdünnten Lösung von doppeltkohlensaurem Natron nachwaschen. Weitere Behandlungen fallen dem Arzte anheim. Bei conc. Schwefelsäure soll man aber nicht gleich Wasser nehmen, da dadurch sehr viel Wärme entwickelt würde, (was dann der Wirkung heisser Schwefelsäure gleichkäme) sondern

man soll möglichst schnell mit einem Tuche die Säure abwischen, dann erst mit möglichst viel Wasser abwaschen.

Laugen sind ebenso zu behandeln, nur nimmt man nach dem ersten Abwaschen mit viel Wasser zum Nachwaschen Wasser, in das man etwas wenige Essig- oder Salzsäure (z. B. einen Esslöffel auf einen Liter) gegeben hat. Die Lauge lässt sich schwer mit reinem Wasser von der Haut entfernen; man muss deshalb die fest anhängende Lauge mit verdünnter Säure neutralisiren.

Metallsalze wie Kupfervitriol, etc. wirken erst bei länger fortgesetzter Einwirkung auf die Haut ein, indem diese Metallsalze dann resorbirt werden. Dies kommt wohl bei dem Galvanoplastiker nicht leicht vor. Desgleichen hat Cyankaliumlösung, kurz auf die unverletzte Haut gebracht, keine schädliche Wirkung, man wäscht eben gleich wieder ab.

Anders verhalten sich all' diese Körper wenn die Haut verletzt, eine offene Wunde da ist.

Doch gilt auch hier wieder der Satz: Vor allem verhüten. Es kommt zu leicht vor, dass man sich bei dem Arbeiten ritzt, reisst, schneidet.

Man beachte da vor allem, dass man keine, auch nicht die geringste Wunde vernachlässigen soll. Man wäscht sogleich mit reinem Wasser aus, spült dann mit Karbolwasser (3%) oder Borwasser (3%) aus und verschliesst oder verbindet die Wunde gut. Wir haben uns, besonders wenn man dann wieder ins Wasser, in Bäder langen muss, folgenden Verbandes mit Vortheil bedient. Man nimmt einen Streifen Guttapercha, wickelt ein paarmal (nicht zu fest) z. B. um

den Finger, an dem die Wunde ist, hält die Ränder fest zusammen, gibt ein klein wenig (1 Tropfen) Schwefelkohlenstoff darauf, welcher dann, indem er oberflächlich Guttapercha löst, dann wieder verdunstet, dieselbe fest verbindet.

Kommen ungeachtet dessen einmal Salze, Metallsalze, Säuren oder Laugen, Cyankaliumlösung in eine offene Wunde, so versäume man nicht, **sofort** die Wunde mit viel reinem Wasser (nicht mit Salzsäure wie dies oft geschieht) längere Zeit auszuspülen. Man wird keinen Schaden dann nehmen, denn diese Salze, auch das Cyankalium, lassen sich, ehe sie zur Wirkung kommen, leicht mit Wasser auswaschen.

Kommen nun Säuren etc. durch Unvorsichtigkeit in den Magen, so muss so schnell als möglich der Arzt geholt werden. Unterdessen kann man in Nothfällen wie folgt verfahren: Man sucht das Getrunkene so rasch als möglich aus dem Magen zu entfernen, und trinkt zu diesem Zwecke grosse Wassermengen, bis der Magen gefüllt is. Dann tritt Brechreiz ein und man erbricht, so fährt man fort, den Magen auszuspülen und wendet bis der Arzt kommt folgendes an:

Säuren.	Trinken von doppeltkohlensaurer Natronlösung. Milch. Magnesia. Sodawasser.
Laugen.	Trinken von verdünntem Essig, im Nothfalle einiger Tropfen Salzsäure in $^1/_2$ Liter Wasser.
Metallsalze Kupfervitriol	Doppelkohlensaures Natron. Magnesia. Zuckerwasser. Mehlbrei.
Cyankalium	Kalte Begiessungen. Riechen an Salmiakgeist.

Schliesslich wollen wir nicht versäumen, auf die nothwendige Vorsicht beim Umgehen mit Quecksilber hinzuweisen. Man hüte sich, Quecksilber zu verschütten; denn da man dieses kaum auflesen kann, und dasselbe schon bei gewöhnlicher Temperatur dampfförmig wird, d. h. langsam sich verflüchtigt, so befindet man sich immer in einer quecksilberhaltigen Luft, welche im Lauf der Zeit die Gesundheit ernstlich gefährden kann. Ueberhaupt kann man nicht dringend genug anrathen, in solchen Lokalen, wo wie bei der Herstellung galvanischer Metallüberzüge die Luft stets mit Säuredämpfen, Cyanwasserstoffgas etc., mehr oder weniger beladen ist, eine geeignete Ventilationsvorrichtung anzubringen, wenigstens möglichst oft zu lüften, indem man einen Gegenzug herstellt.

Druck von Gressner & Schramm, Leipzig.

Zum Bezuge fachgemäss richtig erzeugter Chemikalien, Apparate, Maschinen und Werkzeuge für

galvanische Metallüberzüge und Galvanoplastik

wird die Fabrik von

Wilh. Pfanhauser in Wien u. Nürnberg

bestens empfohlen.

Nickelsalze	Grünspan	Schwarzoxydpulver
Nickelanoden	Graphit	Schwefelammon
Borsäure	**Guttapercha**	Schwefelleber
Cyankalium	Kobaltsalze u. Anoden	Seifenwurzel
Cyankupfer	Goldlacke,	salpetersaures Silber
Cyanzink	Sparlack (Decklack)	Weinstein
Cyansilber	Emailfirnisse	Salmiak
Amalgamirsalz	Terpentingeist	Citronensäure

Alle Chemikalien für galvan. Metallüberzüge.

Alle fertigen Lösungen für galvanische Metallüberzüge werden in trockener Form versendet.

Schuckert-Dynamomaschinen, Stromanzeiger, Messapparate und Stromregulatoren.

Steinzeugwannen in 12 Grössen von 10 bis 250 Liter.

Emaillirte Gusseisenwannen für warme galvanische Lösungen, in 10 Grössen von 5 bis 500 Liter.

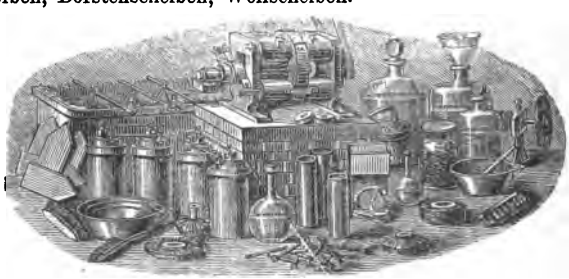
Lärchenholzwannen m. Eisenverschraubung, solid. Construktion.

Alle Arten von **Klemmen, Verbindungen** u. **Leitungsmaterialien, Bunsenelemente** u. **geruchlose Bunsentauchbatterien**.

Alle Arten von **Kratzbürsten.**

Kratzmaschinen, Polirmaschinen für Fuss- und Dampfbetrieb.

Schleif- und Polirmaterialien. Schmirgel, Polirrouge in Stangen, Wienerkalk, Poliröl, Polirsteine und Stähle, Lederscheiben, Filzscheiben, Borstenscheiben, Wollscheiben.



Vollständige Einrichtungen galvanischer Anstalten nach neuestem System.

Kostenvoranschläge u. ill. Preiskatalog stehen gerne zu Diensten.

Praktische Anleitung zum Galvanoplattiren und Galvanoplastik von Wilh. Pfanhauser (3. Auflage.)

Nickelsalze, Nickelanoden, Cyankalium.

Sämmtliche Bäder, Chemikalien, Präparate u. Bedarfsartikel für Galvanische Anstalten.

Complete Einrichtungen
zum **Vernickeln, Verkupfern, Vermessingen, Versilbern, Vergolden etc.,** in jeder Grösse.
Mehr als 3000 Anlagen bereits eingerichtet.

Dynamo-Maschinen, Elemente, Wannen, Schleif- u. Polirmaschinen u. Utensilien.

Preislisten, Ausführliche und zuverlässige Gebrauchsanweisungen, Kostenanschläge gratis.

BERLIN 1883. Erster Preis. **Dr. G. Langbein,** NÜRNBERG 1885. Silberne Medaille.
Chemische Fabrik, **Leipzig.**

Original
amerikanisches
ZAPON
(farbloser Tauchlack.)

Brassoline, Ersatz für Metalllack,
Negroline, schwarzer Glanzlack,
Enameloid, schwarzer Mattlack.

Vorzüge
meiner amerikan. Lacke:
grosse Härte, keine Pinselstriche,
unverwüstl. Farben, ungetrübter
Glanz, niedriger Preis.

Echt nur bei
Max Franke,
BERLIN S., Brandenburgstr. 45.
Fernsprecher 9094, Amt 9.

Vor werthlosen Nachahmungen wird meine Kundschaft hiermit nochmals ausdrücklich gewarnt.

Preisliste gratis u. franco.

Carl Buchner & Sohn, München.

Fabrik u. Lager chemischer Produkte.

(Gegründet 1847, prämiirt auf vielen Ausstellungen.)

Niederlage bei Menzer & Weeber in Pforzheim.

Sämmtliche Chemikalien für galvanische Anstalten.

Cyanbaryum zur Wiederherstellung von Cyanbädern.

Titrirte Lösungen, Indicatoren zur analytischen Bädercontrolle, nach Angabe vorstehenden Buches.

Fertige galvanische Bäder.

Lösungen zur Metallfärbung.

Preislisten gratis.

Chemisch-technisches Untersuchunglaboratorium, Auskunft in Bezug auf chem. techn. Fragen.

Alle Chemikalien und fertige galvan. Bäder

in grösster Reinheit u. zweckentsprechender Beschaffenheit.

Sämmtliche Maschinen, Apparate u. Werkzeuge

für galvanische Anstalten.

Specialitäten:

Cyankalium, Nickelsalze, Anoden.

Polirpräparate in Stangenform.

Lieferung u. Einrichtung completer Galvanisiranlagen.

Emil Bresciius

Chem. Fabrik Roedelheim bei Frankfurt a/M.

(Silberne Medaille, Frankfurt a/M.)

☛ Preislisten, Kostenanschläge, techn. Auskünfte gratis.

Nickelsalze, Nickelanoden, Cyankalium.

Sämmtliche Präparate, sowie **Bäder für Metall-Industrie und Galvanoplastik** liefert als **Specialität**

W. Bode. **Berlin SW.**, Gitschinerstr. 91.

Lager von galvanischen Elementen.

Vollständige Einrichtungen z. Vernickeln, Verkupfern, Vermessingen etc.

J. STAUDER, Berlin SO.,

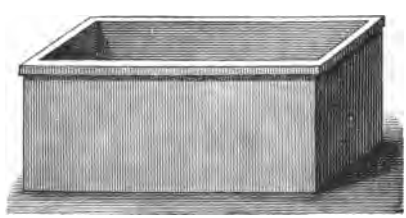
Oranien-Strasse 184.

Fabrik sämmtlicher Bürsten zur Metallbearbeitung.

Specialität:

Drahtbürsten für galvanische Institute.

Preiscourante gratis u. franco.



Säuredichte

Steinzeug - Wannen

für galvanische Bäder jeder Art.

Gangbare Grössen vorräthig.

Ernst March Söhne

Thonwaarenfabrik in Charlottenburg.

Fischer's technologische Bibliothek.

Mit der rapiden Entwickelung der technischen Gewerbe hat die einschlägige Fachliteratur in den letzten Jahren nicht Schritt gehalten. Wir haben sehr wohl gediegene theoretische Lehrbücher, auch für einige Industrieen praktische Handbücher, während es den meisten derselben an geeigneten Hilfsmitteln fehlt.

Fischer's technologische Bibliothek bezweckt in Form handlicher, von Praktikern geschriebener Werke für alle Zweige der Technik **wirklich gute und brauchbare** Handbücher zu liefern. Dieselben sollen auf der Höhe der Zeit stehend das Allerneueste einer jeden Technik berücksichtigen und besonders praktisch brauchbare Anleitungen bieten.

Wir laden jeden praktisch thätigen Chemiker, Techniker und Ingenieur zur Mitwirkung ergebenst ein und werden besonders für Angabe geeigneter Themata über bereits bestehende Industrieen, wie über neue und Specialzweige derselben, sehr dankbar sein.

Sämmtliche Bände werden nur elegant gebunden ausgegeben, auf holzfreiem Papier gedruckt, wo nothwendig mit Illustrationen versehen und im Preise durchaus mässig sein.

Hochachtend

S. Fischer Verlag.

S. Fischer Verlag, Berlin W.

Soeben erschienen:

Dr. R. Arnold, Ammoniak und Ammoniak-Präparate, die Fabrikation derselben aus Gaswasser, anderen ammoniakhaltigen Flüssigkeiten etc. Ein praktischer Leitfaden für Fabrikanten, Chemiker, Gasfachmänner, Ingenieure und Grosshändler. Mit zahlreichen Illustrationen. 2. Aufl. Eleg. geb. M. 4.50.

Wilhelm Haubold, Das Färben und Imitiren des Holzes, Hornes, der Knochen und des Elfenbeins. Ein Handbuch für die Holz-, Horn-, Knochen- und Elfenbein-Industrie mit besonderer Berücksichtigung der Gewerbe der Tischler, Drechsler, Stock- und Schirmfabrikanten, Kammmacher, Galanteriewaaren etc. Berlin 1888. Eleg. geb. M. 2.50.

Dr. Paul Zipperer, Die Chocolade-Fabrikation. Praktisches Handbuch für die Darstellung sämmtlicher Cacao-Präparate nebst Beschreibung der hierbei zur Verwendung kommenden Rohstoffe und Maschinen mit einer Anleitung zur Prüfung der Rohstoffe und fertigen Präparate nach dem neuesten Stande der Chemie und Technik dargestellt. Mit 43 in den Text gedruckten Bildern. Eleg. geb. M. 3.50.

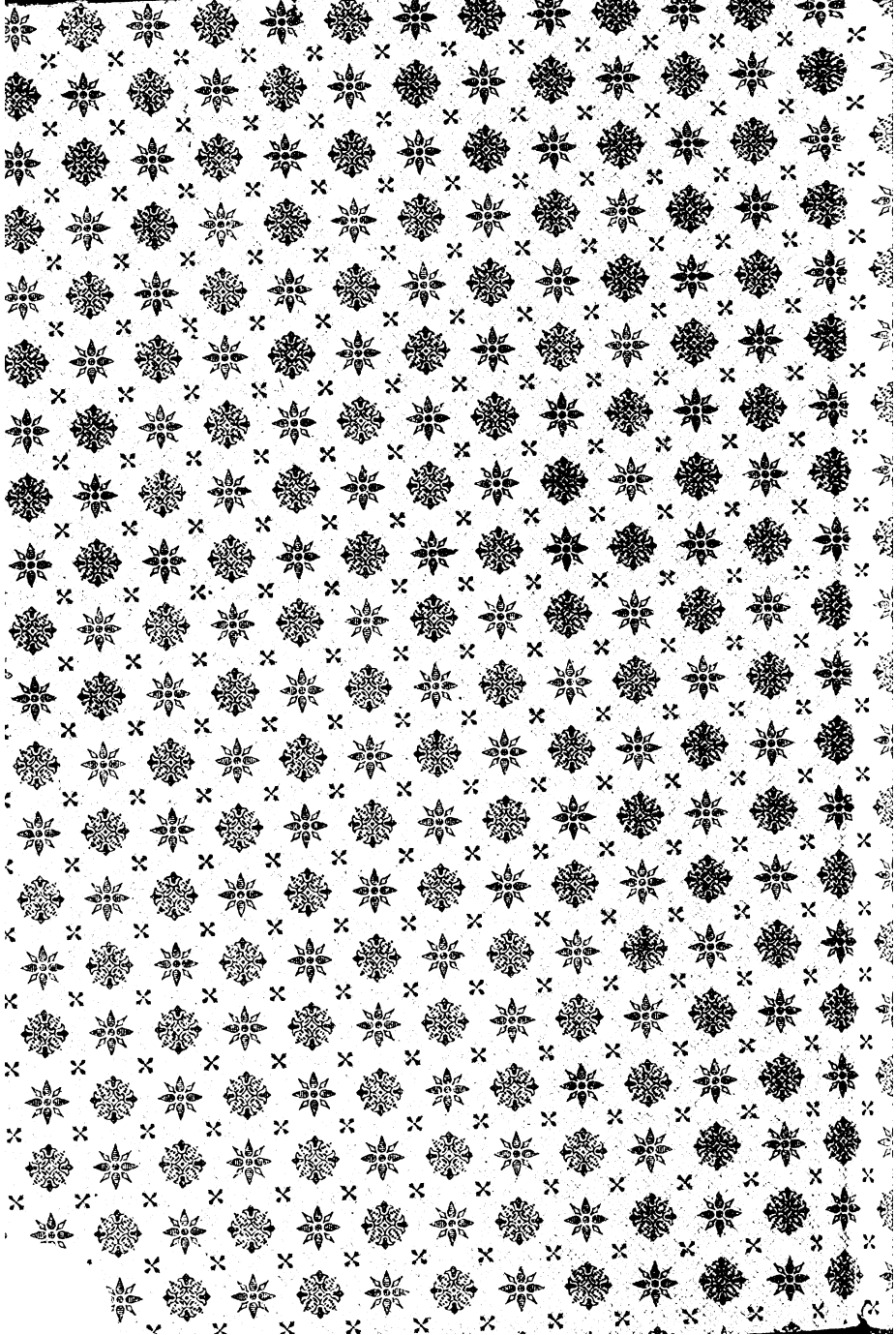
Dr. J. Herzfeld, Bleichmittel, Beizen und Farbstoffe. Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung auf Baumwolle, Wolle, Seide, Halbwolle, Halbseide, Jute, Leinen etc. Praktisches Hilfs- und Lehrbuch für Färber und Färberei-Chemiker, sowie zum Unterricht in Fachschulen. Mit zahlreichen Maschinenzeichnungen. I. Theil, Bleichmittel, Beizen und Farbstoffe. Eigenschaften, Prüfung und Anwendung. Eleg. geb. M. 5.—.

Dr. W. Harmsen, Die Fabrikation der Theerfarbstoffe und ihrer Rohmaterialien. Mit 34 Illustrationen. Eleg. geb. M. 10.—.

Prof. A. Ledebur, Die Legierungen in ihrer Anwendung für gewerbliche Zwecke. Eleg. geb. M. 4.—.

Hubert Steinach und Georg Buchner, Die galvanischen Metallüberzüge in der Praxis. Mit vielen Illustrationen. Eleg. geb. M. 5.—.

Dr. phil. Max Weitz, Geschichte der Chemie in synchronistischer Darstellung. Ein kurzgefasster Leitfaden für Fachmänner und Laien, Studierende und Praktiker, für Schüler und zum Selbstunterricht. Eleg. geb. M. 1.50.



YB 15198

46592

TS670
S8